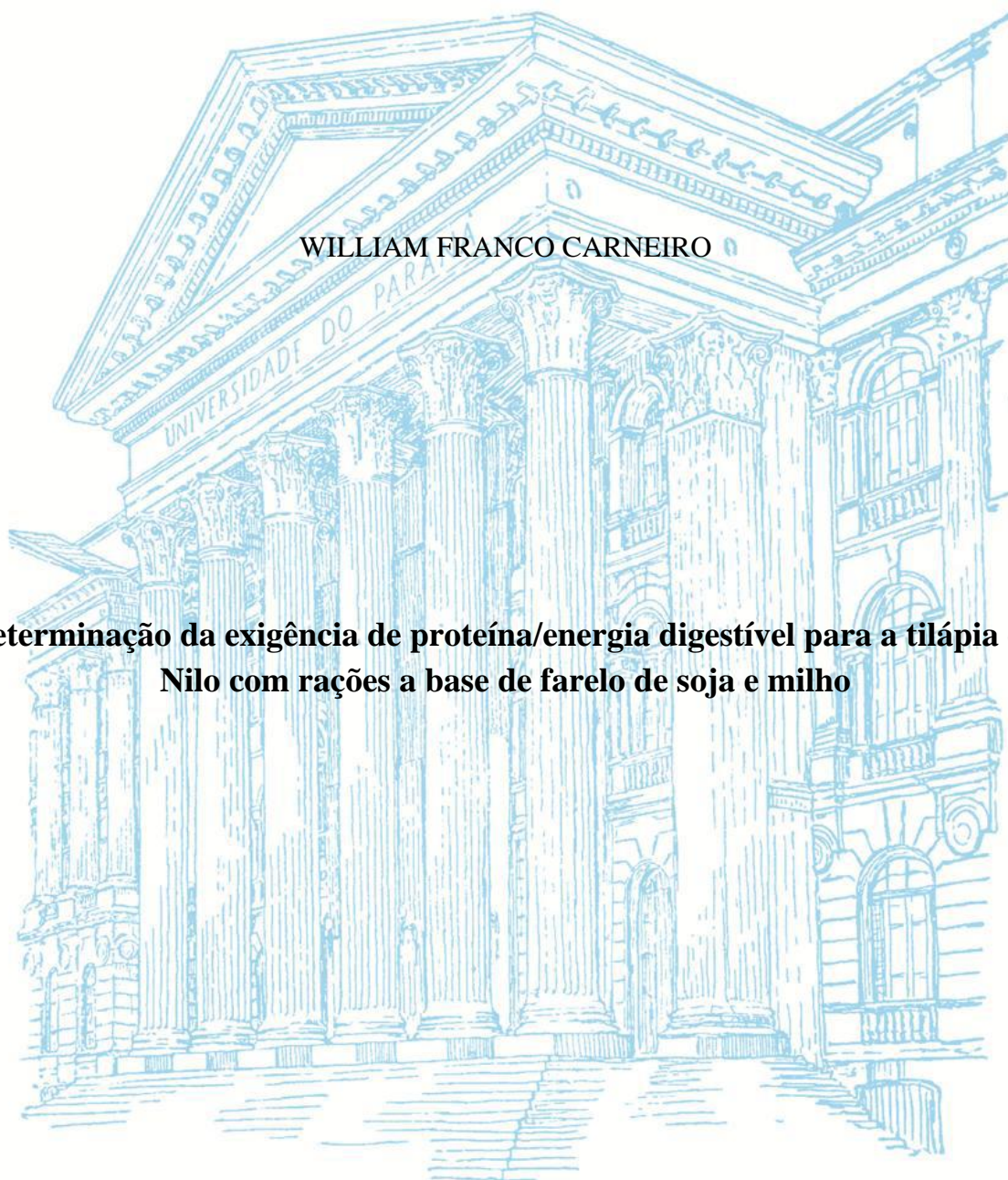


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR PALOTINA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

WILLIAM FRANCO CARNEIRO

**Determinação da exigência de proteína/energia digestível para a tilápia do  
Nilo com rações a base de farelo de soja e milho**



Palotina  
2016

WILLIAM FRANCO CARNEIRO

**Determinação da exigência de proteína/energia digestível para a tilápia do  
Nilo com rações a base de farelo de soja e milho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável do Setor Palotina, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Área de concentração: Produção de organismos aquáticos

Orientador: Prof. Dr. Fábio Meurer

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leda Maria Saragiotto Colpini

Palotina

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C289

Carneiro, William Franco

Determinação da exigência de proteína /energia digestível para a tilápia do Nilo com rações a base de farelo de soja e milho / William Franco Carneiro. - Palotina, 2016.  
62f.

Orientador: Fábio Meurer

Coorientador: Leda Maria Saragiotto Colpini

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

1. Aquicultura. 2. Nutrição. 3. *Oreochromis niloticus*.  
I. Meurer, Fábio. II. Colpini, Leda Maria Saragiotto. III. Universidade Federal do Paraná.

CDU 639.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor PALOTINA  
Programa de Pós Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL  
Código CAPES: 40001016078P2

### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **WILLIAM FRANCO CARNEIRO**, intitulada: "**DETERMINAÇÃO DA EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA/ENERGIA DIGESTÍVEL PARA TILÁPIA DO NILO COM RAÇÕES A BASE DE FARELO DE SOJA E MILHO**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação.

Palotina, 18 de Maio de 2016.



Prof. FABIÓ MEURER  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



Prof. LILIAN CAROLINA ROSA DA SILVA  
Avaliador Interno (UFPR)



Prof. RAFAEL ERNESTO BALEN  
Avaliador Externo (UFPR)

## **Agradecimentos**

À minha família, pelo grande exemplo de vida, educação, incentivo e apoio nos momentos mais difíceis;

À Tharyn, que como sempre demonstrou muita paciência nos momentos essenciais, respeito pelo meu trabalho e, por muitas vezes me ajudou;

Ao Prof. Dr. Fábio Meurer, pela orientação, paciência, confiança, conselhos concedidos e pela amizade tornando possível a realização deste trabalho;

Aos companheiros de Laboratório em Palotina: Marcos, Rafael, Petra, Ramon, Isabeli, Gilson e Zilli, pela ajuda no trabalho;

Aos estagiários do Laboratório de Pesquisa em Jandaia do Sul: Antônio, Luiz e João Victor pela ajuda nas análises bromatológicas;

À minha coorientadora Profa. Dra. Leda pelo auxílio e conselhos na realização das análises bromatológicas;

Ao Prof. Dr. Rodrigo Thom pelas conversas e ajuda nas análises estatísticas;

Ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa;

À CAPES pela bolsa concedida,

Aos demais colegas que de alguma forma contribuíram com o trabalho.

*“Try not.  
Do... or do not.  
There is no try.”  
Yoda*

## **Determinação da exigência de proteína/energia digestível para a tilápia do Nilo com rações a base de farelo de soja e milho**

### **RESUMO**

Nos últimos anos, os estudos sobre a aquicultura aumentaram rapidamente, principalmente na área de piscicultura, que é o setor da produção de alimentos que mais cresce hoje no mundo. Neste contexto, a produção mundial de tilápias tem se destacado, especialmente na utilização eficiente dos alimentos de origem vegetal e dos carboidratos da dieta usados como fonte de energia, que reduz os custos com a alimentação. Este trabalho teve como objetivo determinar a exigência de proteína e energia digestíveis para a tilápia do Nilo de 200 a 450g, com dietas a base de soja e milho. Para isso, foram formuladas vinte rações com cinco níveis de proteína digestível (PD): 14, 19, 24, 29 e 34% e quatro de energia digestível (ED): 2.600, 2.800, 3.000 e 3.200Kcal/ kg<sup>-1</sup>. Foram distribuídas 360 tilápias do Nilo, revertidas sexualmente, em 60 unidades experimentais de polietileno com 1.000L de volume útil cada. Os animais foram alimentados às 8h, 13h e 17h de cada dia, a temperatura e o oxigênio avaliados diariamente e as demais variáveis semanalmente. Ao final de 96 dias de experimento, foram observadas interações entre PDxED ( $p<0,05$ ) para peso final (PF), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), gordura visceral (GV), rendimento de filé (RF), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência proteica (TEP). Os teores de umidade, proteína, extrato etéreo e matéria mineral dos filés e da carcaça foram analisados e apresentaram interação entre PDxED apenas para proteína bruta em ambos os casos. O melhor desempenho dos animais foi verificado com o tratamento de 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED, o RF aumentou de forma significativa ( $p<0,05$ ) com o aumento dos níveis de PD na dieta. O tratamento com 34% de PD e 2.600Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED apresentou o melhor RF e a TEP diminuiu com o aumento dos níveis de PD nas dietas. Para a composição de carcaça, a maior deposição de proteína foi com o tratamento de 29% de PD e 2.800Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED, diferindo significativamente ( $p<0,05$ ) dos demais. Para a composição de proteína bruta do filé o tratamento com 34% de PD e 2.600Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED apresentou os maiores valores, diferentemente dos demais tratamentos ( $p<0,05$ ). Com base nesses resultados verificados para o desempenho produtivo dos animais, recomenda-se a utilização de 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED para tilápias de 200g a 450g.

**Palavras-chave:** aquicultura, nutrição, *Oreochromis niloticus*

## **Determination of protein requirement/digestible energy for Nile tilapia with diets based on soybean meal and corn**

### **ABSTRACT**

In recent years, studies about aquaculture increased rapidly, especially in the pisciculture area, which is the sector of food production fastest growing in the world today. In this context, the world production of tilapia has been outstanding, especially in the efficient use of plant foods and dietary carbohydrates as an energy source, which reduces the cost of feeding. This study aimed to determine the requirement of protein and digestible energy for Nile tilapia from 200 to 450g, with diets based on soybean and corn. For this, twenty diets were formulated with five levels of digestible protein (PD): 14; 19; 24; 29 and 34% and four digestible energy (ED): 2,600; 2,800; 3,000 and 3,200 Kcal/ kg<sup>-1</sup>. 360 Nile tilapias were distributed in 60 experimental units of polyethylene with 1,000L<sup>-</sup> of useful volume each. The animals were fed at 8h, 13h and 17h each day, the temperature and oxygen were evaluated daily and the other variables weekly. At the end of 96 days of the experiment, interactions were observed between PDxED ( $p<0.05$ ) for final weight (PF), weight gain (GP), daily weight gain (GPD), visceral fat (GV), fillet yield (RF), specific growth rate (TCE), apparent feed conversion (CAA) and protein efficiency ratio (TEP). The moisture levels, protein, ether extract and mineral matter of fillets and carcasses were analyzed and presented interaction between PDxED only for crude protein in both cases. The best performance of the animals was verified with the treatment of 24% of PD and 3,000Kcal/ kg<sup>-1</sup> of DE, RF increased significantly ( $p<0.05$ ) with increasing of PD levels in the diet. The treatment with 34% of PD and 2,600Kcal/ kg<sup>-1</sup> of ED showed the best RF and TEP decreased with increasing of PD levels in the diets. For the carcass composition, the higher protein deposition was with the treatment of 29% of PD and 2,800Kcal/ kg<sup>-1</sup> of ED, significantly different ( $p<0.05$ ) from the others. For crude protein fillet composition the treatment with 34% of PD and 2,600Kcal/ kg<sup>-1</sup> of ED showed the highest values, unlike the other treatments ( $p<0.05$ ). Based on these results verified for the productive performance of the animals, it is recommended to use 24% of PD and 3,000Kcal/ kg<sup>-1</sup> of ED for tilapia from 200 to 450g.

**Keywords:** aquaculture, nutrition, *Oreochromis niloticus*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Unidades produtivas de tilápia (pontos no mapa) em todo o território nacional (área clara no mapa representa locais onde não houve recenseamento). Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura, Censo Aquícola Nacional, 2012. ....	14
Figura 2. Parâmetros de qualidade de água ao longo do período experimental .....	30
Figura 3. Interação PDxED para peso final médio de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.....	33
Figura 4. Interação PDxED para ganho de peso de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.....	34
Figura 5. Interação PDxED para ganho de peso diário de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.....	34
Figura 6. Gordura visceral de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.....	34
Figura 7. Interação PDxED para rendimento de filé de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de PD e ED.....	35
Figura 8. Interação PDxED para taxa de crescimento específico de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de PD e ED .....	35
Figura 9. Interação entre PDxED para conversão alimentar de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível .....	36
Figura 10. Conversão alimentar de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível independentemente do nível energético.....	36
Figura 11. Interação entre PDxED para taxa de eficiência proteica de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível .....	37
Figura 12. Interação entre PDxED para proteína bruta na carcaça de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível. ....	38

Figura 13. Interação entre PDxED para proteína bruta no filé de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis. ....	40
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exigência de proteína para tilápia do Nilo, proteína bruta (PB) e digestível (PD). .	18
Tabela 2. Composição alimentar das rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo. ....	25
Tabela 3. Composição centesimal das rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo, com base na matéria natural. ....	26
Tabela 4. Medidas corporais de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis. ....	31
Tabela 5. Desempenho de tilápias alimentadas com rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo. ....	32
Tabela 6. Composição centesimal das carcaças de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural. ....	38
Tabela 7. Composição centesimal de filés de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural. ....	39
Tabela 8. Glicose plasmática de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural. ....	40

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da ABNT, disponível em:  
<<http://www.campuspalotina.ufpr.br/sites/default/files/RefABNT.pdf>>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico .....</b>	<b>12</b>
2.1	Aquicultura mundial e brasileira.....	12
2.2	Tilápia .....	12
2.3	Alimentação de peixes .....	14
2.3.1	Proteína .....	15
2.3.2	Energia .....	19
2.3.4	Relação energia/ proteína.....	21
<b>3</b>	<b>Material e Métodos.....</b>	<b>23</b>
3.1	Localização e período experimental .....	23
3.2	Material biológico e instalações.....	24
3.3	Rações, processamento e manejo alimentar.....	24
3.4	Qualidade de água.....	27
3.5	Desempenho zootécnico .....	28
3.6	Determinação da composição química corporal e do filé.....	29
3.7	Colheita do sangue.....	29
3.8	Análise estatística .....	30
<b>4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>30</b>
4.1	Qualidade de água.....	30
4.2	Desempenho zootécnico .....	31
4.3	Composição química da carcaça e filé.....	37
4.4	Glicose plasmática .....	40
<b>5</b>	<b>Discussão .....</b>	<b>41</b>
5.1	Qualidade de água.....	41
5.2	Desempenho zootécnico .....	41
5.3	Avaliação química da carcaça e do filé.....	45
5.4	Glicose plasmática .....	45
5.5	Correlações entre os parâmetros de desempenho e composição bromatológica .....	46
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>47</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil possuir uma extensa área oceânica equivalente a 8.400km e uma área de 5.500.000 hectares de lâmina d'água (BRASIL, 2013), possui uma produção anual de pescados abaixo de outros países da América Latina, como Peru, Chile e México (MPA, 2012). A produção de pescado no Brasil em 2009 foi de 1.264.765 toneladas, sendo que 394.340 toneladas foram provenientes da aquicultura continental (MPA, 2012).

A atividade aquícola encontra-se pouco estruturada, com dificuldades na obtenção de licenças, manejo inadequado e carência de assistência técnica qualificada (SIDONIO et al., 2012). Além disso, de acordo com os mesmos autores, com uma política de pesquisa e desenvolvimento para espécies com potencial e uma profissionalização da atividade, a aquicultura no Brasil poderá ser bastante desenvolvida. A exportação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no primeiro trimestre de 2016 já ultrapassou o total de exportação no ano de 2015. As exportações de tilápia no Brasil durante os primeiros três meses de 2016 totalizaram 188,8 toneladas no valor de USD 1,5 milhões, enquanto no mesmo período em 2015 exportações totais foram de 5 toneladas no valor de USD 49 500 (+3.675% e 2.872%, respectivamente) (EMBRAPA, 2016). Esse crescimento na produção de tilápias é devido a um aumento nas pesquisas da sua cadeia produtiva e ao desenvolvimento de variedades melhoradas (ALMEIDA et al., 2014).

A produção da tilápia Nilo apresenta como grandes vantagens o rápido crescimento, a rusticidade e uma boa conversão alimentar (VIEIRA et al. 2005). Além desses fatores favoráveis ao cultivo de tilápia, outros são o baixo custo quando comparado a outras espécies, o custo com a produção de alevinos, alimentação e a qualidade da carne (LAHAV e RA'NAM, 1997). As tilápias utilizam eficientemente os alimentos de origem vegetal (PEZZATO, 2001) e os carboidratos da dieta como fonte de energia (VIOLA e ARIELI, 1983, SHIAU, 1997), quando comparadas as outras espécies de peixes comumente cultivados (DEGANI e REVACH, 1991), o que reduz os custos com a alimentação.

Em criações comerciais de tilápia do Nilo são encontradas rações com aproximadamente 32% de proteína bruta em fase de engorda e terminação, nível acima do recomendado na literatura, sobretudo se considerar o hábito alimentar onívoro da tilápia. Como esse peixe dispensa um elevado teor de proteína para satisfazer suas necessidades, muitos estudos estão sendo realizados para determinar a sua exigência adequada, principalmente com alimentos de

origem vegetal, que visa reduzir os custos de produção. Desse modo, este trabalho objetivou determinar a exigência de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo de 200 a 450g.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aquicultura mundial e brasileira**

A aquicultura mundial apresentou no período de 1969 a 2009 uma taxa de crescimento de 3,2% (FAO, 2012). Já em 2012, a produção de pescado foi de 158 milhões de toneladas e destas, 136,2 milhões de toneladas foram destinadas a alimentação humana; deste quantitativo, aproximadamente 69,6 milhões de toneladas foram oriundas da pesca e as outras 66,6 milhões de toneladas da produção aquícola (FAO, 2014). Todo esse crescimento se deve a um aumento populacional, de renda e a conscientização dos benefícios proporcionados pelo consumo de pescado (IBGE, 2013).

A produção de pescado brasileira em 2010 foi de aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados. O Produto Interno Bruto (PIB) gerado pela atividade foi de aproximadamente USD 2,7 bilhões e mobilizou um total de 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores, gerando aproximadamente 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. O crescimento da aquicultura no período de 2003 a 2009 foi de 278 mil toneladas para 415 mil, respectivamente (MPA, 2010).

Já a produção da piscicultura atingiu 60,2% de crescimento apenas no período de 2007 a 2009. Dentre as diversas espécies cultivadas comercialmente no Brasil, a tilápia do Nilo ocupa o primeiro lugar, como espécie mais produzida no país e, isoladamente, a sua produção aumentou 105% somente entre 2003 e 2009 (MPA 2010).

### **2.2 Tilápia**

As tilápias são originárias da África e do Oriente Médio e as primeiras pesquisas com enfoque na sua criação tiveram início no Congo Belga (atual Zaire) no começo do século XIX. A partir da década de 20, o Quênia intensificou a produção de tilápia, mas a sua difusão para outros locais do mundo ocorreu a partir da Malásia (CAMPO, 2006).

No estado de São Paulo, na década de 50, chegaram as primeiras espécies de tilápia, provenientes do Congo Belga, através de um programa chamado “peixamento” da empresa

“Light”, atual Eletropaulo (AZEVEDO, 1955). A tilápia do Nilo, introduzida duas décadas mais tarde, foram trazidas da Costa do Marfim pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), que realizava o “programa brasileiro de produção de juvenis”, DNOCS, e importou 60 espécimes de *O. niloticus* (MAINARDES-PINTO, 1989; CASTAGNOLLI, 1992), sendo uma das espécies que mais se adaptou ao nosso clima, devido a sua alta prolificidade e precocidade sexual. Foram introduzidas com objetivo de povoar reservatórios públicos, no entanto sua disseminação ocorreu de forma desordenada, ocorrendo vários problemas de anomalias genéticas e perda de variabilidade genética devido à dificuldade de evitar acasalamento entre indivíduos parentes (OLIVEIRA et al., 2011).

A expansão da tilapicultura no Brasil ocorreu somente na década de 90, com a importação de tilápias (WAGNER et al., 2004). Foram introduzidos cerca de 20.800 indivíduos de *O. niloticus* variedade Chitralada, importados do Agricultural and Aquatic Systems, do “Asian Institute of Technology” (AIT), com sede na Tailândia (BORGES et al., 2005; ZIMMERMANN, 1999). Em 2005 a variedade GIFT (*genetically improved farmed tilapia*) foi introduzida no Brasil, com a importação de 480 indivíduos (RESENDE et al., 2010).

O sucesso obtido na produção de tilápias se deve ao conhecimento de técnicas de reversão sexual, em que eram produzidos plantéis monossexo. A possibilidade de produzir peixes para pesque-pague e indústrias de filetagem no Sul e Sudeste por um preço alto também contribuiu para o desenvolvimento da tilapicultura (LOVSHIN, 2000). A tilápia do Nilo apresentou bons resultados na piscicultura brasileira devido a sua rusticidade, crescimento rápido, fácil adaptação ao confinamento (OLIVEIRA et al., 2007), resistência a temperaturas elevadas, baixa concentração de oxigênio dissolvido e alta concentração de amônia na água. Além disso, é capaz de utilizar a produtividade primária dos viveiros e possui características que permitam a sua utilização em ensaios científicos, devido às facilidades de manejo e de reprodução ao longo do ano (POPMA e PHELPS 1998).

Atualmente, a *O. niloticus* representa mais de 90% das tilápias cultivadas no Brasil (MPA, 2008), onde foram encontradas cerca de 8.855 unidades produtivas dessa espécie (Figura 1), com destaque a região Sul, que corresponde a 41% do total e possui a maior parte destas unidades (MPA, 2012).



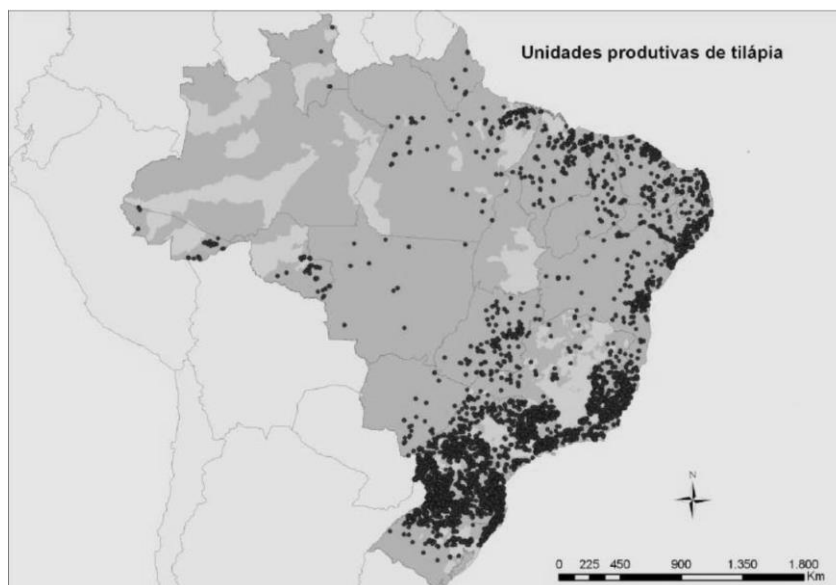


Figura 1. Unidades produtivas de tilápia (pontos no mapa) em todo o território nacional (área clara no mapa representa locais onde não houve recenseamento). Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura, Censo Aquícola Nacional, 2012.

Em relação ao mercado, o principal produto da tilapicultura, o filé, é bem aceito pelo consumidor, pois possui boas características organolépticas e nutritivas, como, carne saborosa, textura firme, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (mioceptos). Esse peixe é amplamente consumido no Brasil, Europa e Estados Unidos e é comercializado a partir de 350g; apresenta excelente rendimento de filé, que pode variar entre 30 a 40% em exemplares com peso médio de 450g (HILSDORF 1995).

A tilápia possui hábito alimentar onívoro e fácil aceitação de dietas artificiais, sendo capaz de aproveitar o amido como fonte de energia (TACHIBANA, 2007). Pode ser cultivada tanto em água doce como estuarina ou salobra (EL-ZAEEM et al. 2013, DE OCA et al., 2015).

### 2.3 Alimentação de peixes

O manejo alimentar adequado requer conhecimentos básicos sobre a espécie a ser criada e é influenciada por diversos fatores. Pelo alto custo das dietas (50 a 70%), a alimentação representa um item importante, principalmente nos sistemas mais intensivos, sendo necessário considerar o desempenho e também a influência do manejo alimentar sobre a qualidade da água (MOREIRA, 2001; EL-SAYED, 2006).

O alto custo das rações para a aquicultura é causado principalmente, pelo preço dos ingredientes proteicos e do custo de processamento. Isso leva a uma incessante busca por

ingredientes alternativos que permitam a produção de rações economicamente viáveis para a obtenção de peixes com preços compatíveis ao mercado consumidor.

Para cada ingrediente utilizado na formulação de rações, além do valor nutricional determinado por análises proximais, é imprescindível considerar as alterações decorrentes da presença de fatores antinutricionais, os quais podem mudar significativamente a disponibilidade dos nutrientes da dieta (PEZZATO, 2001).

A digestibilidade é outro aspecto de extrema importância na avaliação dos alimentos (DEGANI et al., 1997) quanto a sua eficiência biológica (HANLEY, 1987). O valor nutricional dos alimentos baseia-se não somente na composição química, mas também na quantidade de nutrientes e de energia que o peixe pode absorver e utilizar (NRC, 2011).

Para formulação rigorosa de dietas são requeridas pesquisas adicionais com relação a exigência nutricional de cada espécie. Sem dados precisos de digestibilidade dos alimentos, muitas rações são formuladas com superdosagens de ingredientes, elevando o custo da dieta, ou subdosagens ocasionando redução no crescimento e desempenho dos animais. É imprescindível a utilização de ingredientes altamente digestíveis em condições de cultivo intensivo em que a acumulação de alimentos não digeridos polui a água, aumentando o custo de tratamento da mesma, além de elevar a chance de ocorrerem patologias nos peixes, o que pode causar mortalidade (ALBERNAZ, 2000).

Com o crescimento vertiginoso da aquicultura mundial, a utilização de alimentos de origem vegetal podem melhorar a eficiência da produção, além do barateamento dos custos com as rações. No Brasil, o uso de sistemas de produção cada vez mais intensivos, tem pressionado os fabricantes de alimentos a elaborar dietas nutricionalmente completas de alta digestibilidade, específicas para cada fase de crescimento (ONO, 1998).

### **2.3.1 Proteína**

As proteínas possuem importante papel nos processos biológicos, uma vez que as transformações moleculares que definem o metabolismo celular são mediadas pela catálise proteica. Proteínas são moléculas complexas e muito versáteis nos sistemas vivos, pois atuam em diversas funções essenciais como: catalisadores, no transporte e armazenamento de outras moléculas (oxigênio) e as que geram força mecânica e eletroquímica (VOET et al., 2014).

As proteínas são consideradas os principais constituintes orgânicos dos tecidos dos peixes e quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos livres, que serão distribuídos por meio da corrente sanguínea para os órgãos e tecidos. Com isso, serão formadas novas proteínas,

destinadas ao crescimento, reprodução e manutenção. Estas funções consistem na formação e manutenção dos tecidos, formação de anticorpos, hormônios, enzimas, transporte de minerais e, para peixes carnívoros, são fontes de energia (NRC, 2011).

Considerada o componente mais importante dos tecidos, a proteína é o macro nutriente essencial na dieta. Sua exigência é priorizada em estudos nutricionais por apresentar o mais alto custo alimentar, uma vez que o nível utilizado é significativamente alto em um sistema piscícola, comparado a animais terrestres. O preço da ração está relacionado principalmente ao teor de proteína, de modo que a alimentação dos peixes pode ter um custo de produção acima de 60% (RIBEIRO et al., 2012; FERREIRA et al., 2013). Dessa forma, um dos principais objetivos na nutrição de peixes é a utilização de uma fonte de proteína de qualidade que apresente alta digestibilidade e bom balanço de aminoácidos, obtendo assim máxima incorporação e bom aproveitamento para o crescimento corporal e desempenho dos animais.

As rações de peixes, em relação a aves e suínos, possuem elevado teor de proteína, sendo os valores mais elevados para espécies carnívoras. As dietas devem conter entre 24 e 50% de proteína bruta (MOREIRA, 2001; NRC, 2011; PEZZATO et al., 2004). A elevada exigência proteica na dieta pode ser explicada pelo fato de os peixes apresentarem um consumo inferior de energia, principalmente por não precisarem manter a regulação da temperatura corpórea, como no caso dos animais homeotérmico e serem capazes de utilizar mais eficientemente a proteína como fonte de energia, uma vez que a excreção dos subprodutos do metabolismo dos aminoácidos (íon amônio –  $\text{NH}_4^+$  ou amônia não ionizada –  $\text{NH}_3$ ) é feito passivamente pelas brânquias, com reduzido custo energético (PEZZATO et al., 2004).

Os trabalhos científicos têm demonstrado grandes variações na exigência proteicas para mesma espécie, que ocorre pela falta de padronização das condições experimentais (MOREIRA, 2001). A determinação da exigência proteica para todas as fases de crescimento dos peixes é bastante complexa, visto que muitos fatores podem influenciar essa exigência, entre eles destacam-se a temperatura, pois peixes em temperatura de conforto térmico necessitam de maior aporte de proteína para o crescimento; a fase que o animal se encontra, uma vez que peixes mais jovens necessitam de mais proteína para o crescimento que peixes adultos; as formas de arrazoamento empregadas, considerada fundamental pois na alimentação *ad libitum* todos os peixes tem acesso a alimentação, visto que em alimentações controladas nem todos os animais consomem a mesma quantidade de alimento (BROWN e ROBINSON, 1989; FRACALOSSO e CYRINO, 2013; REBOUÇAS et al., 2013). Quando estabelecidas as exigências e empregado o fornecimento adequado deste nutriente, além de reduzir os custos de

produção pode-se diminuir a excreção de nutrientes ao ambiente aquático (GONÇALVES e FURUYA, 2004).

A proteína deve ter prioridade em estudos de nutrição, por estar diretamente relacionada com o ganho de peso (MEYER e FRACALOSSO, 2004). Devido ao seu elevado custo, devem ser incorporadas nas dietas de peixes somente o necessário para manutenção normal e crescimento, com o uso de proteína como fonte energética sendo indesejável (WATANABE, 2002).

Várias pesquisas foram realizadas para a determinação das exigências em proteína para tilápia do Nilo (Tabela 1). A maioria foi realizada com peixes na fase de larva ou alevino e sob diferentes condições alimentares, principalmente quanto à fonte proteica utilizada nas rações.

Tabela 1. Exigência de proteína para tilápia do Nilo, proteína bruta (PB) e digestível (PD).

PD (%)	PB (%)	Peso (g)	Fonte proteica	Referência
-	28-30	Larvas	Farinha de peixe	De Silva e Pereira (1985)
-	30	3,5-10	Caseína	Wang et al. (1985)
-	34	1-5	Farinha de peixe	De Silva et al. (1989)
-	30-40	0,8-40,0	Farinha de peixe	Siddiqui et al. (1988)
-	40	0,51	Farelo de soja + Farinha de peixe	Al Hafedh (1999)
-	38,6	Pós larvas	Far. Peixe <sup>1</sup> + F. Soja <sup>2</sup> + Far. Visc. <sup>3</sup>	Hayashi et al. (2002)
-	20,0 28	60-427	F. peixe / Silagem peixe / F. soja <sup>2</sup>	Assano (2004)
-	27,5	125	Farelo de soja + Farelo de trigo	Furuya et al. (2005)
-	25	61,9	Farelo de soja + Farelo de trigo	El-Saidy e Gaber (2005)
-	28	0,8	Farelo de soja	Bomfim et al. (2008)
-	42	0,011	Farelo de Soja + Farinha de Vísceras	Meurer et al. (2008)
22,0	-	30	F. Soja <sup>2</sup> +L. Cana <sup>4</sup> + F. Algodão <sup>5</sup> /Protenose	Gonçalves et al. (2009)
-	36/32	60-170g/170-700	Ração Comercial	Freato et al. (2012)
-	30	7,44	Farelo de soja +Farinha de peixe	Li Yan et al. (2013)
29,3/31,04	-	Pós larvas/ 0,84-6,5	Farelo de soja	Bueno Junior (2014)
29 - 32	-	450 a 800	F. Soja <sup>2</sup> +F. trigo <sup>6</sup> + F. Car. Ossos <sup>7</sup> +F. Visc. <sup>3</sup>	Koch et al. (2014)
28,9 – 27,5	-	148	F. Soja <sup>2</sup> + F. Trigo+F. Aves <sup>8</sup>	Fernandes Junior et al. (2016)

<sup>1</sup>Farinha de peixe, <sup>2</sup>Farelo de soja, <sup>3</sup>Farinha de Vísceras, <sup>4</sup>Levedura de Cana, <sup>5</sup>Farelo de algodão, <sup>6</sup>Farelo de Trigo, <sup>7</sup>Farinha de Carne e ossos,

<sup>8</sup>Farinha de aves.

### 2.3.2 Energia

Uma das condições necessárias para que os processos fisiológicos estejam em funcionamento é o suprimento constante de energia, que é obtida pelos peixes através do alimento ingerido ou de reservas corporais na forma de gordura, proteína e glicogênio (KAUSHIK e MÉDALE, 1994). As funções metabólicas dos peixes são sustentadas pela energia oriunda basicamente de fontes de proteínas, carboidratos, lipídeos e seus constituintes, os ácidos graxos (TOCHER, 2003).

A energia não é considerada um nutriente, mas o resultado da oxidação de componentes orgânicos do alimento consumido ou das reservas corporais de proteína, gorduras e glicogênio (SMITH, 1989; KAUSHIK e MÉDALE, 1994;). A energia é de fundamental importância para a realização das funções bioquímicas, fisiológicas, formação de novos tecidos, manutenção do balanço osmótico indispensável à sobrevivência, crescimento e reprodução (SAMPAIO, 1998, BICUDO, 2008).

Os peixes por serem animais pecilotérmicos não necessitam manter a temperatura corporal constante, exigindo deste modo menos energia dietética. Quando comparados a animais terrestres, como mamíferos e aves, apresentam menor gasto de energia para manterem a sua postura na água (LOVELL, 19881; PANNEVIS e HOULIHAN, 1992).

A amônia, o resíduo nitrogenado primário do catabolismo proteico em peixes (BUTTERY e LINDSAY, 2013), é facilmente liberada para água através da difusão pelas brânquias, quando o gradiente de concentração é favorável (HARGREAVES e KUCUK, 2001). Desta forma apresentam um gasto energético inferior ao de mamíferos e aves que excretam ureia e ácido úrico respectivamente. A exigência energética dos peixes varia de acordo com a idade, peso, espécie e temperatura da água, que influencia diretamente a temperatura corpórea e consequentemente a taxa de metabolismo (WEBSTER e LIM, 2002).

As principais fontes de energia não proteica utilizadas são os lipídeos e carboidratos, de modo que este último apresenta menor custo, tem boa disponibilidade e são fontes rápidas de energia (MOHANTA et al., 2009). Além disso, os carboidratos podem ser adicionados às dietas e são eficientemente utilizados como energia pelos peixes onívoros (KROGDAHL et al., 2005). Alguns carboidratos apresentam propriedades aglutinantes, característica de grande interesse na confecção das dietas, principalmente no processo de extrusão.

Contrariamente a essas características dos carboidratos, altos níveis de lipídeos como fonte de energia podem trazer problemas durante a extrusão das rações e também afetar a qualidade corpórea do animal (ERFANULLAH e JAFRI, 1998; MOHANTA et al., 2009).

A utilização de carboidratos apresenta diferenças entre os peixes, as quais são influenciadas pela fonte e complexidade dos carboidratos (RAWLES e GATLIM III, 1998). Espécies tropicais de água doce, onívoras e herbívoras utilizam carboidratos de forma mais eficiente quando comparadas a espécies de água fria, carnívoras e peixes marinhos (WILSON, 1994).

Peixes carnívoros e de águas frias apresentam secreção e atividade de amilase limitadas ao trato intestinal, sendo suficiente apenas para digerir pequenas quantidades de carboidratos. Outro aspecto que dificulta a digestão desses nutrientes nos peixes carnívoros é que seu trato gastrintestinal é bastante curto, impossibilitando a adequada digestão e absorção dos carboidratos mais complexos

No entanto, em alguns estudos foram relatados melhor utilização de alimento e retenção de proteína em truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), salmão do Atlântico (*Salmo salar*), enguia europeia (*Anguilla anguilla*) e carpas indianas (*Catla catla*, *Labeo rohita*) alimentados com baixos níveis de carboidratos quando comparados a dietas sem carboidratos (BERGOT, 1979; DEGANI e VIOLA, 1987; HEMRE et al., 1995; ERFANULLAH e JAFRI, 1998).

Os peixes apresentam uma digestão relativamente rápida de carboidratos. A atividade da enzima  $\alpha$ -amilase tem sua produção restrita ao pâncreas e intestino, principalmente, em espécies onívoras e herbívoras (Seixas Filho, et al., 1999). A maior parcela da digestão ocorre principalmente no intestino e cecos pilóricos (SILVEIRA et al., 2009). As secreções intestinais contêm um grande número de enzimas, incluindo as três maiores classes, que são as proteases, as lipases e as carboxilases. As glândulas de Lieberkühn secretam enzimas intracelulares como a sacarase, maltase, oligo-1,6-glicosidase, entre outras. Há uma abundância de carboxilases nas espécies herbívoras, ocorrendo o contrário com os carnívoros, presumivelmente devido às diferenças no hábito alimentar. As enzimas necessárias para a degradação da maioria dos carboidratos da dieta são as dissacarídeos, endoglicosidases e oligossacarídeos (RIBEIRO et al., 2012).

Os lipídeos têm papel fundamental na fisiologia de peixes, pois somado a proteína são considerados os principais constituintes orgânicos dos tecidos corporais (GARCIA et al., 2013), podendo ser armazenados no fígado e serem mobilizados rapidamente para lipoproteínas e ácidos graxos livres, de modo a serem utilizados por outros tecidos (VAN RAAIJ et al., 1995).

Os processos de digestão, absorção e transporte de lipídeos em peixes são similares aos processos observados em mamíferos, com algumas diferenças em função da complexidade do trato digestivo e das diferenças anatômicas dos pescados quando comparadas às várias espécies. Esta variabilidade ocorre em função do hábito alimentar dos animais (peixes onívoros,

herbívoros ou carnívoros), que determina, entre outros aspectos, o comprimento do trato digestivo e a produção enzimática de cada espécie (Ribeiro et al., 2007).

Em um estudo sobre o desempenho de larvas de tilápia do Nilo ( $21,0 \pm 4,0$  mg) durante a fase de reversão sexual, com cinco níveis de energia digestível (ED): 3.300, 3.525, 3.750, 3.975 e 4.200 Kcal/ kg-1, o aumento nos níveis de ED proporcionou a redução no desempenho (BOSCOLO et al. 2005). Já os estudos que utilizaram alevinos de tilápia do Nilo ( $0,62 \pm 0,12$  g) alimentadas com seis dietas (2.900, 3.025, 3.150, 3.275 e 3.400 kcal de ED) não apresentaram diferenças para os parâmetros de desempenho avaliados (BOSCOLO et al., 2006).

Diferentes fontes de energia (lipídeos e carboidratos) para juvenis de tilápia do Nilo em dietas com mesma relação P:E, com níveis de energia (20,12; 16,61 e 13,71 KJ/g de dieta), proporcionaram o melhor desempenho com 16,61 KJ/g de dieta e o lipídeo como fonte de energia (TRAN-DUY et al., 2008). Van Trung e colaboradores (2011) afirmam que exigência diária de ED pela tilápia do Nilo em diferentes classes de peso, 10,0; 50,0; 100,0; 500,0 e 1000,0 g foi de 7,74; 19,48; 29,14; 75,36 e 114,33 kJ/peixe/dia, respectivamente.

Segundo Teixeira e colaboradores (2013), o aumento dos níveis de energia levou a um incremento no teor de lipídio e à redução dos níveis de proteína corporal de juvenis de surubim *Pseudoplatystoma* sp., a exigência determinada para o melhor ganho de peso foi com 4.850 kcal kg<sup>-1</sup> de EB.

Da Silva Camargo e colaboradores (1998) propuseram que o nível de 3.300 kcal de energia metabolizável em dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*), de 30 a 180g, proporcionaram melhores resultados para ganho de peso e conversão alimentar aparente.

McGoogan e Gatlin III (1999) testaram cinco dietas (3.610; 3.800; 3.990; 4.200 e 4.390 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED) para juvenis de red drum (*Sciaenops ocellatus*), com peso inicial de 35 g. Os autores concluíram que os níveis energéticos não proporcionaram diferenças no ganho de peso e eficiência alimentar; entretanto ocorreu um aumento nos índices de gordura visceral conforme os níveis de energia aumentaram nas dietas.

#### **2.3.4 Relação energia/ proteína**

Atualmente, os peixes de cultivo têm apresentado carcaças com elevado teor de gordura visceral, o que torna essencial o estudo entre a relação proteína/energia na produção de peixes.

O consumo de alimentos está diretamente influenciado pela quantidade de energia na dieta, uma vez que uma dieta que apresenta baixa relação entre E/P mostra redução na taxa de



crescimento e de deposição proteica, parte da proteína será consumida como fonte energética (NRC, 2011).

Dietas com excesso de energia não proteica e alta relação E/P pode levar a inibição da ingestão voluntária antes que haja o consumo da quantidade suficiente de aminoácidos (PAGE e ANDREWS, 1973). Isso pode causar um acúmulo excessivo de lipídeos e prejudicar a utilização de outros nutrientes, visto que os níveis de consumo são determinados pela energia total disponível na dieta (LOVELL, 1988; COLIN et al., 1993).

Os níveis de consumo alimentar com base no conteúdo calórico das dietas foram observados por Lee e Putnam (1973) em estudo com trutas. Os mesmos autores relataram que a utilização da proteína e a taxa de retenção proteica aumentaram com os maiores níveis de amido na ração, mostrando efeito poupador da proteína pelo amido, característica essa recomendada, considerando que seria mais econômico para a produção de peixes (SAMPAIO, 1998). Nesse sentido Meyer e Fracalossi (2004) também relataram que estudos que variaram as concentrações de energia e proteína demonstraram que os peixes têm capacidade de economizar proteína à medida que outras fontes de energia, tais como carboidratos e lipídeos, são incluídas às dietas.

É de suma importância o fornecimento de uma dieta com adequada relação energia/proteína para que se obtenha uma produção de peixes com bom desempenho e altos rendimentos de carcaça e filé. Assim, como uma possível diminuição no custo de produção através da redução do preço das rações utilizadas comercialmente, é possível existir uma produção sustentável e com menor descarga de nutrientes para o meio aquático (DE SILVA et al., 1989).

Diversos estudos avaliaram os efeitos de diferentes relações energia/proteína. Nas variadas condições e formas de formulações de dietas os valores para relação energia/proteína nesse trabalho oscilou entre 6,9 – 14,256 kcal ED/g proteína bruta ou proteína digestível (GONÇALVES, 2007).

Para tilápia do Nilo é recomendada 22% de proteína digestível e 3.000 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia digestível, com base no conceito de proteína ideal, desde que respeitada a exigência dos demais nutrientes e que sejam utilizados alimentos de alto valor biológico (GONÇALVES et al., 2009).

Testando dietas com diferentes níveis de PB e ED (30, 35, 40, 45 e 50% de PB e 3.000, 4.000 e 5.000 Kcal/ kg<sup>-1</sup> ED) para pós larvas de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) foi observado nas dietas contendo 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> o pior crescimento e as melhores com as dietas de 35 e 40% de proteína bruta. As dietas com 45% de proteína bruta e 4.000 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia digestível

apresentaram o melhor desempenho (EL SAYED e TESHIMA, 1992).

Dietas com 35% de PB e 3.500 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED proporcionaram melhores resultados para desempenho zootécnico em alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) (BITTENCOURT et al., 2010). Alevinos de lambari (*Astyanax bimaculatus*) apresentaram um melhor desempenho com dietas contendo 2.900 kcal kg<sup>-1</sup> de ED com 32 ou 38% de PB (COTAN et al., 2006).

Reidel e colaboradores (2010) testaram seis dietas (25; 30 e 35% de PB e 3.250 e 3.500 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED) determinaram que o maior rendimento de tronco para jundiás (*Rhamdia quelen*) foi obtido em dietas com 30% de PB, independentemente do nível energético. Os mesmos autores relatam que os melhores resultados foram proporcionados pelas dietas contendo 30,0% PB e 3.250 kcal ED/kg<sup>-1</sup> de ração.

Apesar dos vários estudos realizados, é difícil interpretar qual a melhor relação energia/proteína, dado que, a forma de avaliação é diferente em cada estudo, sendo essas diferenças relacionadas à espécie, hábito alimentar, peso dos peixes, ingredientes, forma de apresentação dos nutrientes (bruto, digestível, metabolizável), entre outros (GONÇALVES, 2007).

O uso de rações a base de farelo de soja e milho para a alimentação da tilápia do Nilo é uma grande vantagem do ponto de vista econômico. São ingredientes que apresentam pouca variação no valor nutricional, o que facilita a formulação em locais onde não há possibilidade de realizar análises centesimais. Ao contrário de ingredientes vegetais, a variação na composição é muito instável, em alimentos de origem animal. Além da variação encontrada nas farinhas de peixe, esta pode conter contaminantes orgânicos e/ou químicos, como metais pesados, os quais tendem a acumular desde os níveis tróficos iniciais.

Com isso, objetivou-se determinar a exigência de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo de 200 a 450g, com rações a base de farelo de soja e milho.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e período experimental**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sistemas de Produção do Pescado da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, no período de janeiro a maio de 2015, totalizando 96 dias. Foi aprovado na Comissão de Ética e Uso de Animais da Universidade

Federal do Paraná, Setor Palotina, em 26 de abril de 2013, sob protocolo nº05/2013-CEUA/Palotina.

### **3.2 Material biológico e instalações**

Foram utilizados 360 juvenis de tilápia do Nilo, linhagem GIFT, provenientes de uma população monosexo masculina, de uma piscicultura comercial (Piscicultura Demarco). Antes do período experimental os peixes foram aclimatados por aproximadamente 60 dias nas unidades experimentais. Ao atingirem o peso médio de  $200\text{g} \pm 10\text{g}$  foram distribuídos em um delineamento fatorial 5x4 com três repetições, utilizando 60 caixas de polietileno com 1.000 litros de volume útil.

A aeração de cada unidade experimental era composta por uma mangueira de silicone com uma pedra porosa, ligadas a uma tubulação conectada a um soprador elétrico (1 cv). As unidades experimentais foram acopladas a um sistema de recirculação com filtragem física e biológica de água. Foram utilizados 4 caixas de 2.000L, as duas primeiras para remoção das partículas maiores em suspensão e as duas últimas para filtragem biológica. Após passar pelo sistema de filtragem, a água era conduzida para 2 tanques com 30 m<sup>3</sup> de volume útil, para decantação e nova filtragem biológica por meio de macrófitas aquáticas (*Eichornia crassipes*), de onde eram bombeados para o sistema novamente, cada tanque de decantação continha uma bomba elétrica (3/4 cv).

### **3.3 Rações, processamento e manejo alimentar**

Os alimentos foram processados em moinho de facas e martelos (peneiras com granulometria de 0,5mm) e após a moagem foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos ao abrigo do sol e calor até a sua utilização. As rações experimentais foram compostas pelos seguintes níveis de energia digestível: 2.600, 2.800, 3.000, e 3.200 kcal e pelos níveis crescentes de proteína digestível: 14, 19, 24, 29 e 34% (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Composição alimentar das rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo.

Proteína digestível(%)	Energia digestível(Kcal/ kg-1)	Composição em alimentos								
		Farelo de soja	Farelo de Milho	Celulose	CaHPO <sub>4</sub>	Premix® <sup>1</sup>	Óleo de soja	BHT <sup>2</sup>	Calcário	Sal
14	2600	22,46	62,99	10,69	2,79	0,5	0	0,01	0,45	0,5
	2800	21,11	70,94	4,11	2,731	0,5	0	0,01	0,08	0,5
	3000	20,54	74,26	0	2,71	0,5	1,37	0,01	0,10	0,5
	3200	21,30	69,82	0	2,74	0,5	5,04	0,01	0,08	0,5
19	2600	36,76	48,60	10,99	2,521	0,5	0	0,01	0,11	0,5
	2800	35,41	56,54	4,42	2,46	0,5	0	0,01	0,01	0,5
	3000	34,75	60,42	0	2,43	0,5	1,20	0,01	0,17	0,5
	3200	35,50	55,98	0	2,46	0,5	4,88	0,01	0,15	0,5
24	2600	51,06	34,19	11,30	2,25	0,5	0	0,01	0,17	0,5
	2800	49,17	42,14	4,72	2,2	0,5	0	0,01	0,22	0,5
	3000	48,96	46,59	0	2,16	0,5	1,03	0,01	0,24	0,5
	3200	49,71	42,15	0	2,20	0,5	4,71	0,01	0,22	0,5
29	2600	65,36	19,80	11,59	1,983	0,5	0	0,01	0,24	0,5
	2800	64,01	27,74	4,03	1,92	0,5	0	0,01	0,28	0,5
	3000	63,16	32,75	0	1,88	0,5	0,87	0,01	0,31	0,5
	3200	63,91	28,32	0	1,91	0,5	4,54	0,01	0,29	0,5
34	2600	79,66	11,89	11,90	1,71	0,5	0	0,01	0,30	0,5
	2800	78,31	13,34	5,32	1,65	0,5	0	0,01	0,35	0,5
	3000	77,36	18,92	0	1,61	0,5	0,70	0,01	0,38	0,5
	3200	78,12	14,48	0	1,645	0,5	4,37	0,01	0,35	0,5

<sup>1</sup>Complemento vitamínico e mineral, níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A -1.200.000 UI; vit. D3 - 200.000 UI; vit. E - 12.000 mg; vit. K3 - 2.400 mg; vit. B1 - 4.800 mg; vit. B2 - 4.800 mg; vit. B6 - 4.000 mg; vit. B12 - 4.800 mg; ácido fólico - 1.200 mg; pantotenato de cálcio - 12.000mg; vit. C - 48.000 mg; biotina - 48 mg; colina - 65.000 mg; niacina -24.000 mg; Fe -10.000 mg; Cu - 6.000 mg; Mn - 4.000 mg; Zn - 6.000 mg; I -20 mg; Co - 2 mg; Se -20 mg.<sup>2</sup>BHT = Butil Hidroxi Tolueno. CaHPO<sub>4</sub>, fosfato bicálcico.

Tabela 3. Composição centesimal das rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo, com base na matéria natural. (Continua)

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/kg-1)	Composição Centesimal				
		PB <sup>1</sup> (%)	EB <sup>2</sup> (%)	MS <sup>3</sup> (%)	EE <sup>4</sup> (%)	MM <sup>5</sup> (%)
14	2.600	16,62	3779,53	90,13	2,22	5,15
	2.800	16,74	3839,58	89,79	2,39	5,59
	3.000	16,21	3952,43	90,18	3,67	5,55
	3.200	16,83	4156,04	90,10	7,04	5,00
19	2.600	22,33	3830,67	89,94	1,76	6,32
	2.800	22,42	3890,32	89,60	2,30	4,90
	3.000	22,63	3997,67	90,14	3,65	4,88
	3.200	22,60	4200,15	88,49	7,01	5,67
24	2.600	26,29	3885,19	89,26	1,93	6,13
	2.800	27,76	3942,15	89,59	1,48	6,31
	3.000	27,94	4049,06	88,17	3,14	7,66
	3.200	27,11	4246,84	89,26	6,33	6,45
29	2.600	33,16	3921,02	88,93	1,08	6,73
	2.800	32,82	3976,07	89,15	1,74	6,85
	3.000	32,66	4081,53	88,50	2,34	7,64
	3.200	32,87	4282,70	89,27	6,62	6,74
34	2.600	38,19	3983,66	89,68	1,11	7,47
	2.800	38,36	4040,59	88,83	1,18	7,66
	3.000	38,31	4132,39	89,03	2,21	7,30
	3.200	38,56	4333,94	88,80	5,59	7,36
Nutrientes calculados (%)						
Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/kg-1)	Amido	Gordura	Fibra bruta	Lisina	Metionina Cistina
14	2.600	42,27	3,20	2,55	0,78	0,51
	2.800	47,05	3,50	2,63	0,79	0,53
	3.000	49,03	5,00	2,66	0,75	0,53
	3.200	46,37	8,4	2,62	0,76	0,53
19	2.600	35,23	2,92	3,12	1,1	0,64
	2.800	40,00	3,23	3,19	1,1	0,65
	3.000	42,33	4,58	3,23	1,1	0,66
	3.200	39,67	8,04	3,19	1,1	0,65
24	2.600	28,19	2,64	3,68	1,4	0,77
	2.800	32,96	2,95	3,74	1,4	0,78
	3.000	35,63	4,15	3,80	1,4	0,79
	3.200	32,97	7,61	3,76	1,4	0,78
29	2.600	21,15	2,36	4,25	1,8	0,90
	2.800	25,92	2,66	4,33	1,8	0,91
	3.000	28,93	3,72	4,37	1,8	0,92
	3.200	26,27	7,19	4,33	1,8	0,91

Tabela 3 - Composição centesimal das rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo, com base na matéria natural. (Conclusão)

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/kg-1)	Nutrientes calculados (%)				
		Amido	Gordura	Fibra	Lisina	Metionina Cistina
34	2.600	14,12	2,07	4,82	2,2	1,0
	2.800	18,84	2,38	4,84	2,2	1,0
	3.000	22,23	3,29	4,94	2,2	1,0
	3.200	19,57	6,76	4,90	2,2	1,0

<sup>1</sup>Proteína bruta; <sup>2</sup>Energia bruta; <sup>3</sup>Matéria seca; <sup>4</sup>Extrato etéreo; <sup>5</sup>Matéria mineral; <sup>6</sup>Fósforo total; <sup>7</sup>Fibra bruta.

As rações foram formuladas a base de farelo de soja, milho, óleo de soja, fosfato bicálcico ( $\text{CaHPO}_4$ ), calcário calcítico, pré-mistura vitamínica-mineral e sal comum. Os ingredientes foram pesados, misturados em um misturador experimental, após a homogeneização foram adicionados cerca de 220 mL de água a temperatura ambiente, por quilograma de ração e posteriormente peneiradas 2 vezes. Após esse procedimento, a mistura foi extrudada em uma extrusora laboratorial modelo “EX LABORATÓRIO” (Exteec® Máquinas) com capacidade de 15 kg/h. A velocidade das facas foi ajustada em 20 Hz e a temperatura em 90 °C. A matriz utilizada no processamento continha uma espessura de 4 mm.

Após o processo de extrusão, as rações foram secas em estufa de ventilação forçada por 12 horas, e em seguida embaladas em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração até a sua utilização. As rações foram analisadas (Tabela 2) quanto aos valores de proteína bruta, energia bruta, gordura, cinzas e umidade, de acordo com a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists*, AOAC (2000).

O arraçoamento foi *ad libitum*, de duas a três vezes ao dia (8h, 13h e 18h), sendo o primeiro horário descartado em dias onde a temperatura da água encontrava-se abaixo do recomendado para uma boa alimentação dos animais (21 °C).

### 3.4 Qualidade de água

A temperatura e oxigênio dissolvido foram mensurados diariamente as 7h00 e as 18h00 com auxílio de oximêtro portátil (ALFAKIT AT 315), o pH e a condutividade semanalmente, por meio de medidores eletrônicos (pHmetro de bancada digital TECNOPON mPA 210, condutivímetro de bancada digital TECNOPON MCA -150P). Variáveis químicas da qualidade de água como nitrogênio amoniacal, dureza e alcalinidade foram avaliados semanalmente, por meio de espectrofotometria no laboratório de Limnologia e Qualidade de água, da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Alcalinidade total e dureza foram determinadas por titulação segundo Macêdo (2003). A amônia foi determinada segundo Grasshoff e colaboradores (2009) e o nitrito foi determinado segundo Baumgarten e colaboradores (1996).

A cada 15 dias foi realizado uma sifonagem em cada unidade experimental e a cada 30 dias uma sifonagem nos tanques de decantação, para a retirada do material orgânico depositado no fundo dos mesmos.

### 3.5 Desempenho zootécnico

Ao final do período experimental, as tilápias foram mantidas em jejum por 24 horas e posteriormente realizado a colheita do sangue de dois animais por caixa, o restante dos animais foram anestesiados em eugenol ( $100 \text{ mg/L}^{-1}$ ). Após isto, os peixes foram pesados individualmente, por meio de balança digital (0,01 g) e medidos com ictiômetro para determinar o comprimento total.

- Comprimento total (CT), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal;
- Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);
- Altura do corpo (AL), medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal,
- Largura do corpo (LA), aferida na região do 1º raio da nadadeira dorsal.

As variáveis de desempenho produtivo avaliadas foram:

- Conversão alimentar aparente (CAA) (kg:kg): Quantidade de ração fornecida/ganho de biomassa;
- Peso final médio (kg): Biomassa final/número de peixes ao término do experimento;
- Sobrevivência (%): (número de peixes final/inicial) x 100;
- Rendimento de filé (%): (peso do filé/peso dos animal) x 100;
- Gordura visceral (%): (peso gordura visceral/peso animal) x 100.

Para determinar o ganho de peso, ganho de peso diário, consumo diário de ração e taxa de crescimento específico foram utilizadas as expressões descritas por Jauncey e Ross (1982):

$$GP = PF - PI$$

Leia-se: GP = Ganho de peso (g); PF = Peso final (g); PI = Peso inicial (g).

$$GPD = GP/PER$$

Leia-se: GPD (g) = Ganho de peso diário; PER = Período experimental.

$$TCE = 100 \times (\ln PF) - (\ln PI) / \text{Per}$$

Leia-se: TCE (%) = Taxa de crescimento específico; PER = Período experimental.  $\ln$  = Logaritmo neperiano.

TEP = Ganho de peso/consumo de proteína.

Leia-se: TEP = Taxa de eficiência proteica; PER = ganho de peso (g)/proteína consumida (g)

### 3.6 Determinação da composição química corporal e do filé

As análises de umidade (UM) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) das carcaças e filé foram realizadas no Laboratório de Pesquisa, da Universidade Federal do Paraná, *campus* Avançado de Jandaia do Sul.

Para preparação das amostras, as carcaças e filés foram moídos em moedor de carne até se obter uma mistura homogênea. Posteriormente foram realizadas as referidas análises seguindo a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists*, AOAC (2000).

### 3.7 Colheita do sangue

Para a colheita de sangue os peixes foram mantidos em jejum por 24h, previamente anestesiados com eugenol, conforme descrito anteriormente. A coleta de sangue foi realizada com seringas lavadas com heparina sódica. Foram coletados sangue de dois animais por unidade experimental.

A via de acesso utilizada para colheita foi através da veia caudal logo após o orifício anal. Foram retirados 2 mL<sup>-1</sup> de sangue por peixe, com auxílio de uma agulha de 0,3 mm. Após a coleta, o sangue foi armazenado sob refrigeração (4 °C) evitando assim a hemólise.

Para avaliação bioquímica da glicose foi utilizado o plasma do sangue conservado com EDTA (10%) separado por centrifugação a 3000 RPM/5 minutos. As análises foram realizadas utilizando o kit para glicose sanguínea Bioliquid® específicos (Pinhais PR/BR), e a leitura foi realizada por espectrofotômetro automático (MINDRAY BS120) no laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da UFPR Setor Palotina.



### 3.8 Análise estatística

Os dados obtidos ao final do experimento foram submetidos a análise estatística com base no teste *t-student* por meio do *software MATLAB R2010a* (MathWorks, 2010). O teste *t-student* trata-se de um teste de hipótese nula para verificar se as amostras são aleatórias com distribuição normal e média zero. A rejeição da hipótese nula para uma amostra (com um nível de significância de 5% para o presente trabalho) implica que esta é estatisticamente significativa. Análise de regressão foi realizada com o *software Statistica 13.0* (StatSoft, 2016).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Qualidade de água

Os parâmetros de qualidade de água não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, provavelmente devido ao sistema utilizado ser de recirculação. A dureza se manteve entre  $39,952 \pm 2,137 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ , alcalinidade  $91,072 \pm 4,02 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ , nitrito  $0,058 \pm 0,007 \text{ mg/ L}^{-1}$ , amônia  $0,097 \pm 0,046 \text{ mg/ L}^{-1}$ , condutividade  $82 \text{ }\mu\text{S/ cm}$ , temperatura média da água ficou em  $24,34 \pm 1,65 \text{ }^\circ\text{C}$ , para o mínimo registrado e  $27,11 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,65$ , com média diária de  $25,95 \pm 1,03^\circ\text{C}$ , oxigênio dissolvido (OD) manteve uma média de  $5,36 \pm 0,97 \text{ mg/L}^{-1}$  e o pH  $7,7 \pm 0,05$ .

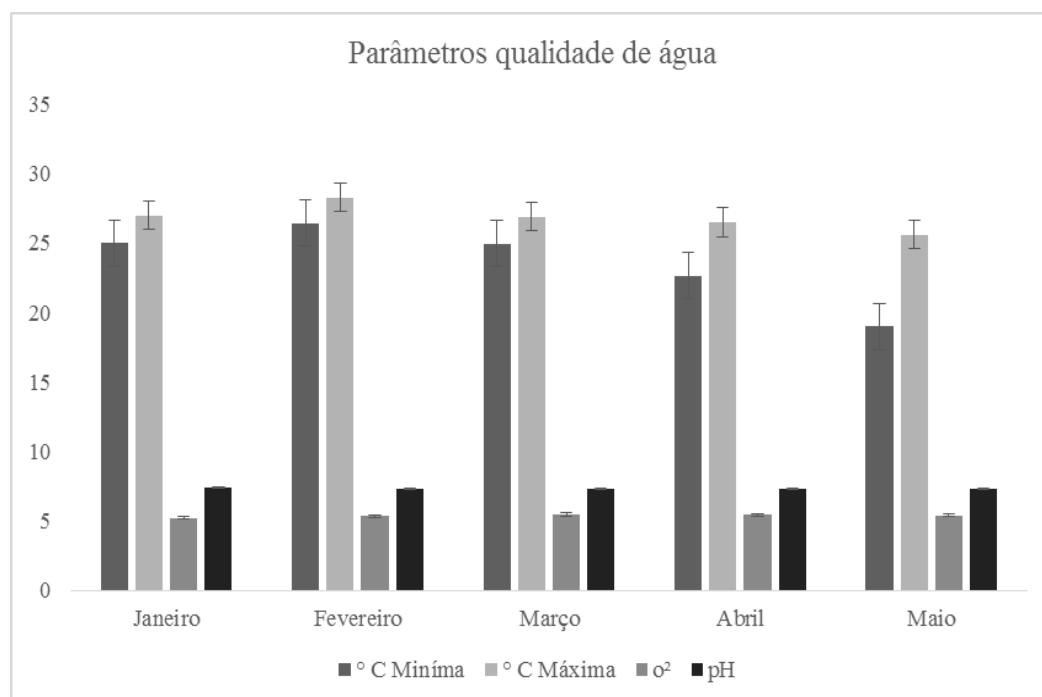


Figura 2. Parâmetros de qualidade de água ao longo do período experimental

## 4.2 Desempenho zootécnico

A sobrevivência média foi acima de 90%, não sendo afetada ( $P>0,05$ ) pelos diferentes níveis de PD e ED. Os resultados para medidas corporais (Tabela 4) e desempenho zootécnico (Tabela 5) ao final do experimento, apresentaram interações ( $p<0,05$ ) apenas para os parâmetros de desempenho, exceto ganho de peso diário. Para medidas corporais não foram constatadas interações ( $p>0,05$ ) em nenhum dos tratamentos testados.

Tabela 4. Medidas corporais de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis.

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/ kg-1)	Variáveis			
		CT <sup>1ns</sup> (cm)	CP <sup>2ns</sup> (cm)	AL <sup>3ns</sup> (cm)	LA <sup>4ns</sup> (cm)
14	2.600	25,48	20,72	8,59	3,87
	2.800	26,90	21,76	8,69	3,86
	3.000	26,09	21,52	8,72	3,88
	3.200	25,83	21,28	8,83	4,09
19	2.600	25,87	20,88	8,54	3,74
	2.800	25,87	21,07	8,71	3,89
	3.000	26,04	20,99	8,61	3,84
	3.200	27,45	22,39	9,12	4,04
24	2.600	25,86	21,07	8,62	3,75
	2.800	27,03	22,17	9,00	4,05
	3.000	26,84	21,86	9,02	3,91
	3.200	27,87	22,42	9,44	4,24
29	2.600	26,05	21,03	8,56	3,83
	2.800	27,03	22,03	9,19	3,97
	3.000	26,61	21,51	8,85	4,02
	3.200	27,04	22,43	9,05	4,20
34	2.600	26,06	21,25	8,64	3,96
	2.800	26,27	21,02	8,63	3,72
	3.000	27,30	22,34	9,14	4,06
	3.200	26,76	21,84	9,14	3,94
CV*		0,045	0,048	0,050	0,061

<sup>1</sup>Comprimento final; <sup>2</sup>Comprimento padrão; <sup>3</sup>Altura, <sup>4</sup>Largura <sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 5. Desempenho de tilápias alimentadas com rações com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis para tilápia do Nilo.

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/ kg-1)	VARIÁVEIS								
		PF <sup>1</sup> (g)	GP <sup>2</sup> (g)	GPD <sup>ns</sup> (g)	RF <sup>4</sup> (%)	GV <sup>5</sup> (%)	CAA <sup>6</sup> (kg:kg)	TCE <sup>7</sup> (%)	TEP <sup>8</sup> (%)	SOB. <sup>ns</sup> (%)
14	2.600	351,69	151,69	1,67	28,92	3,02	1,35	2,54	4,68	100,00
	2.800	378,36	178,36	1,66	28,99	2,66	1,21	2,57	4,90	90,47
	3.000	363,69	163,69	1,90	27,62	3,17	1,29	2,56	4,85	95,24
	3.200	386,74	186,74	1,86	30,54	2,66	1,20	2,58	5,18	95,24
19	2.600	361,34	161,34	1,68	30,16	2,03	1,25	2,55	3,90	90,47
	2.800	397,70	197,70	2,06	30,16	2,15	1,17	2,60	4,65	90,47
	3.000	378,27	178,28	1,86	30,22	2,35	1,23	2,57	3,88	90,47
	3.200	437,56	237,57	2,47	29,12	2,58	1,14	2,64	5,13	90,47
24	2.600	405,81	205,81	2,14	28,19	3,22	1,28	2,61	3,78	95,24
	2.800	423,19	223,19	2,32	29,48	3,20	1,19	2,62	3,56	95,24
	3.000	448,81	248,82	2,59	32,60	2,12	1,23	2,65	2,90	90,47
	3.200	427,10	227,11	2,37	30,93	2,69	1,20	2,63	3,59	95,24
29	2.600	371,40	171,41	1,79	32,12	3,36	1,11	2,57	2,42	90,47
	2.800	432,41	232,42	2,42	31,62	2,22	1,24	2,63	2,75	100,00
	3.000	425,55	225,55	2,35	32,12	2,45	1,27	2,63	2,24	95,24
	3.200	402,13	202,13	2,11	30,75	2,80	1,14	2,60	2,32	90,47
34	2.600	360,33	160,34	1,67	32,34	3,02	1,28	2,55	1,70	90,47
	2.800	359,37	159,37	1,66	31,77	3,23	1,34	2,55	1,62	90,47
	3.000	429,43	229,44	2,39	31,10	3,01	1,21	2,63	1,86	90,47
	3.200	400,24	200,25	2,09	32,41	2,58	1,33	2,59	1,53	90,47
CV*		0,11	0,21	0,21	0,06	0,23	0,12	0,01	0,42	0,03

<sup>1</sup>Peso Final Médio =  $0,9378p - 0,0159e + 419,4571$ ,  $R^2$  0,51, <sup>2</sup>Ganho de Peso =  $0,9722p + 0,0653e - 15,5457$   $R^2$  0,51, <sup>3</sup>Ganho de Peso Diário =  $0,0102p + 0,0007e - 0,1661$   $R^2$  0,5, <sup>4</sup>Rendimento Filé =  $0,0753p - 0,0013e + 31,8248$   $R^2$  0,84, <sup>5</sup>Gordura Visceral =  $0,0180p - 0,0008e + 4,6739$   $R^2$  0,4, <sup>6</sup>Conversão Alimentar Aparente =  $2,173 - 0,08435x + 0,001788x^2$   $R^2$  = 0,63, <sup>7</sup>Taxa de Crescimento Específico =  $0,0009p + 0,0001e + 2,3570$   $R^2$  0,5, <sup>8</sup>Taxa de Eficiência Proteica =  $0,1680p + 0,0002e + 6,8133$   $r^2$  0,7 \*Coeficiente de variação. <sup>ns</sup> Não significativo.

Os valores para peso final médio variaram de 351 a 448g. O grupo de peixes que recebeu a dieta 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED apresentou o maior peso final médio, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos ( $p<0,05$ ) (Figura 3).

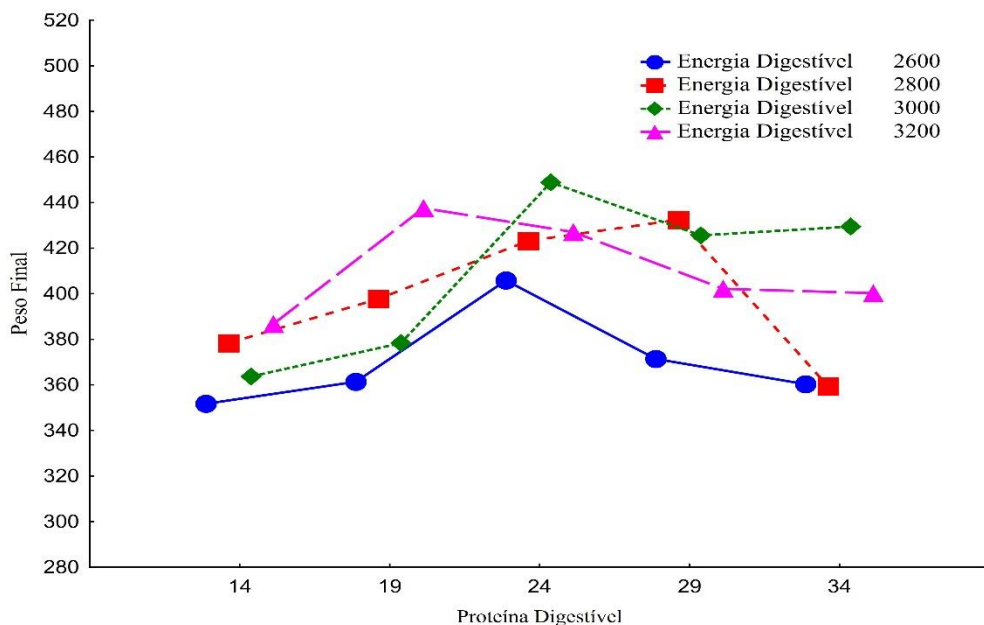


Figura 3. Interação PDxED para peso final médio de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.

O ganho de peso (Figura 4) e ganho de peso diário (Figura 5) foram influenciados ( $p<0,05$ ) pelos diferentes níveis de proteína e energia digestíveis das rações. Estes parâmetros apresentaram os melhores resultados quando receberam dietas contendo 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED.

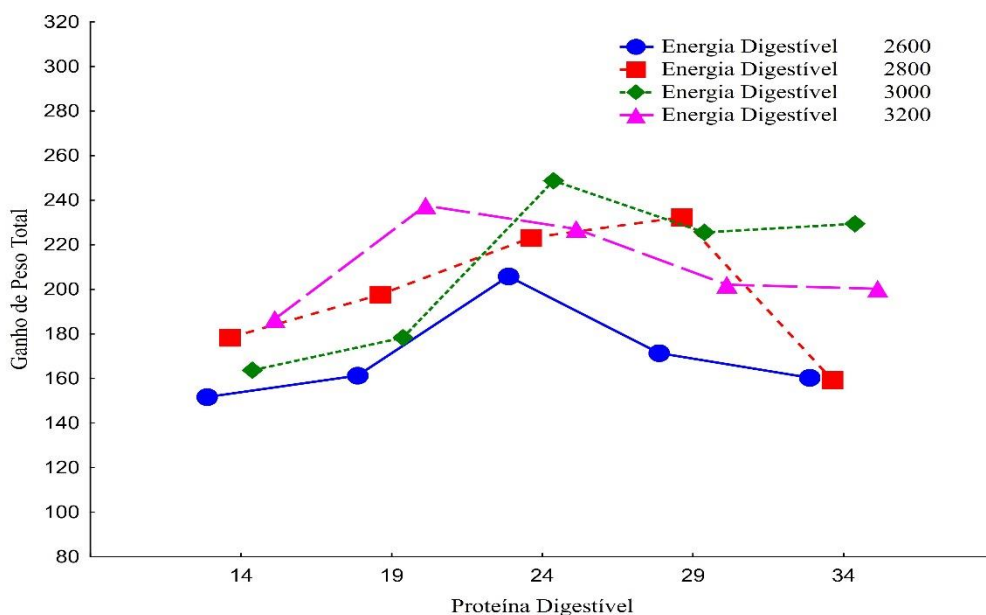


Figura 4. Interação PDxED para ganho de peso de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível

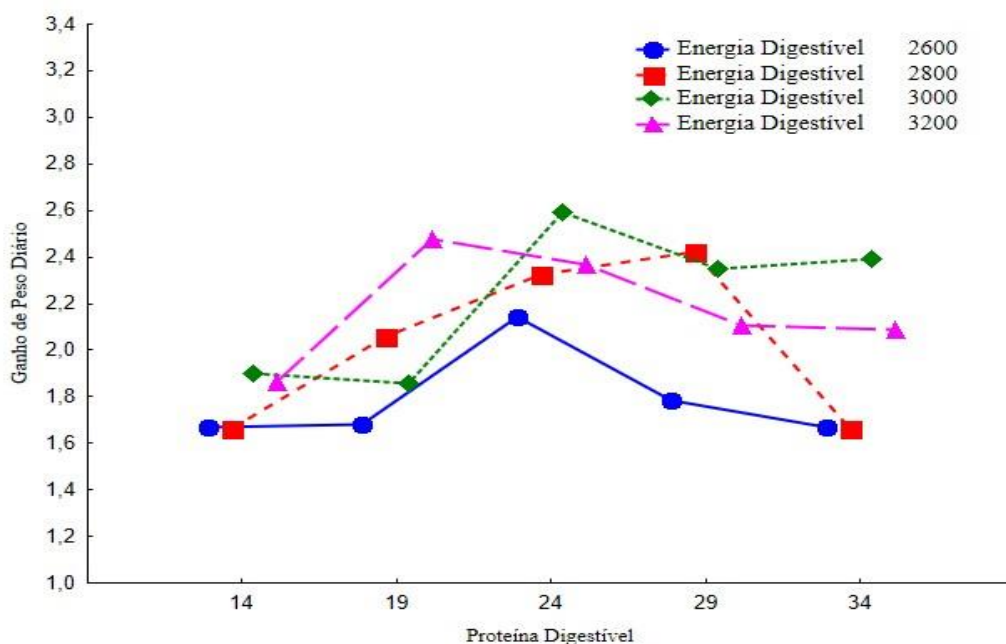


Figura 5. Interação PDxED para ganho de peso diário de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível

Os níveis de gordura visceral nas tilápias sofreram influência pelos tratamentos (Figura 6). As dietas com 19% de PD e 2.600Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED apresentaram os menores índices para este parâmetro (Figura 6).

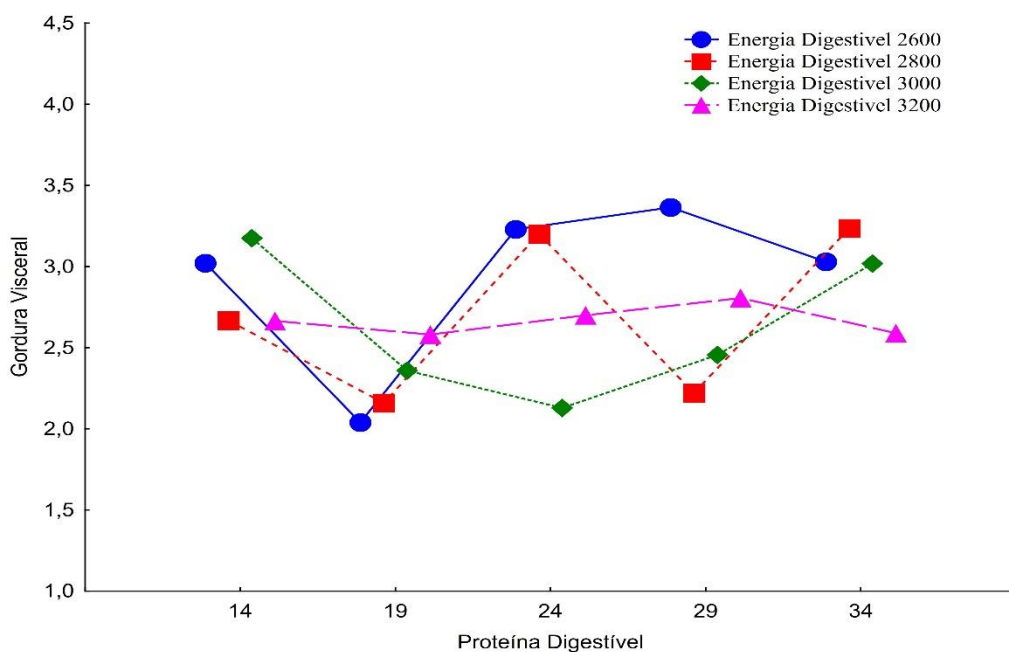


Figura 6. Gordura visceral de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestível.

Os rendimentos de filé (RF) apresentaram interações ( $p < 0,05$ ) nos diferentes tratamentos. Com um RF de 32,60% e 32,41%, as dietas com 24 e 34% de PD/3.000 e

2.600Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED, respectivamente, apresentaram as maiores médias em comparação aos demais tratamentos (Figura 7).

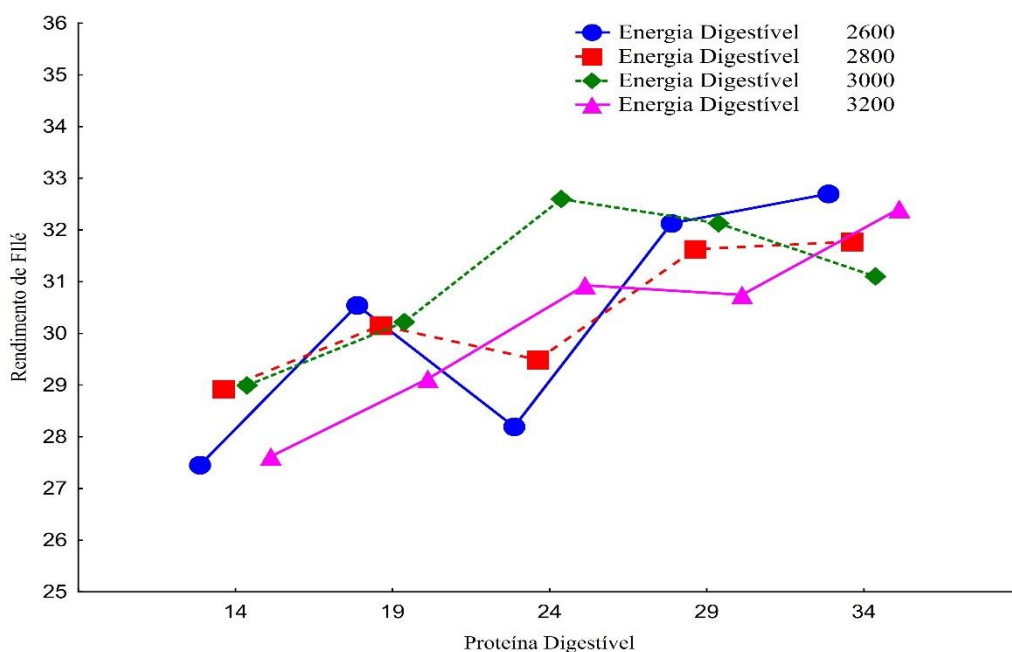


Figura 7. Interação PDxED para rendimento de filé de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de PD e ED.

Foram constatadas interações para taxa de crescimento específico (TCE) (Figura 8). O melhor resultado obtido para TCE foi com 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup>.

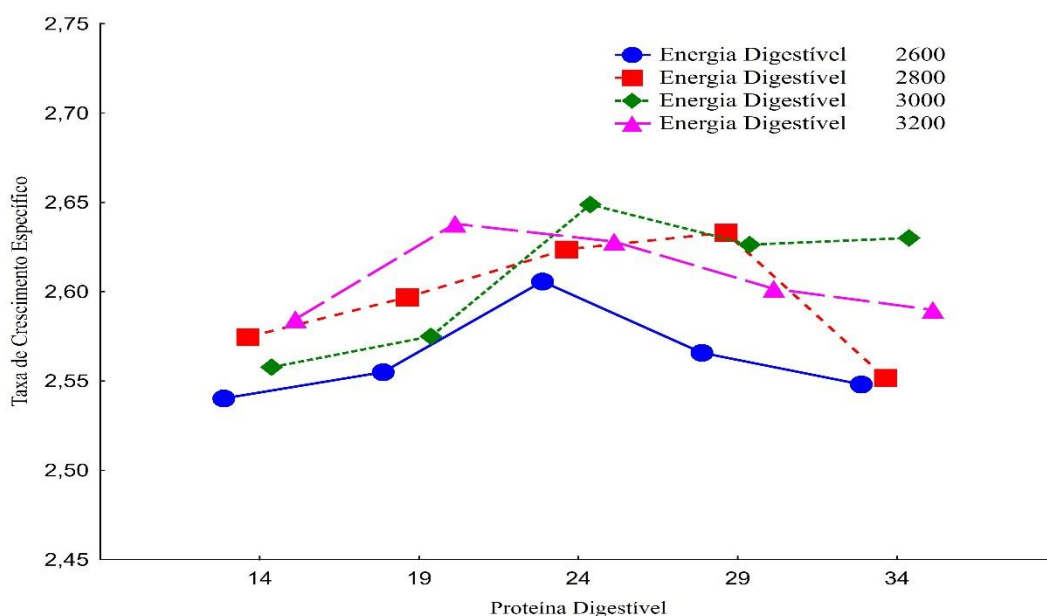


Figura 8. Interação PDxED para taxa de crescimento específico de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de PD e ED.

A conversão alimentar aparente (CAA) mostrou interação entre PD e ED (Figura 9), apresentando o melhor tratamento o de 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED. CAA também

apresentou efeito quadrático para PD. O ponto de mínima determinado para CAA foi com 23,6% de PD. (Figura 10).

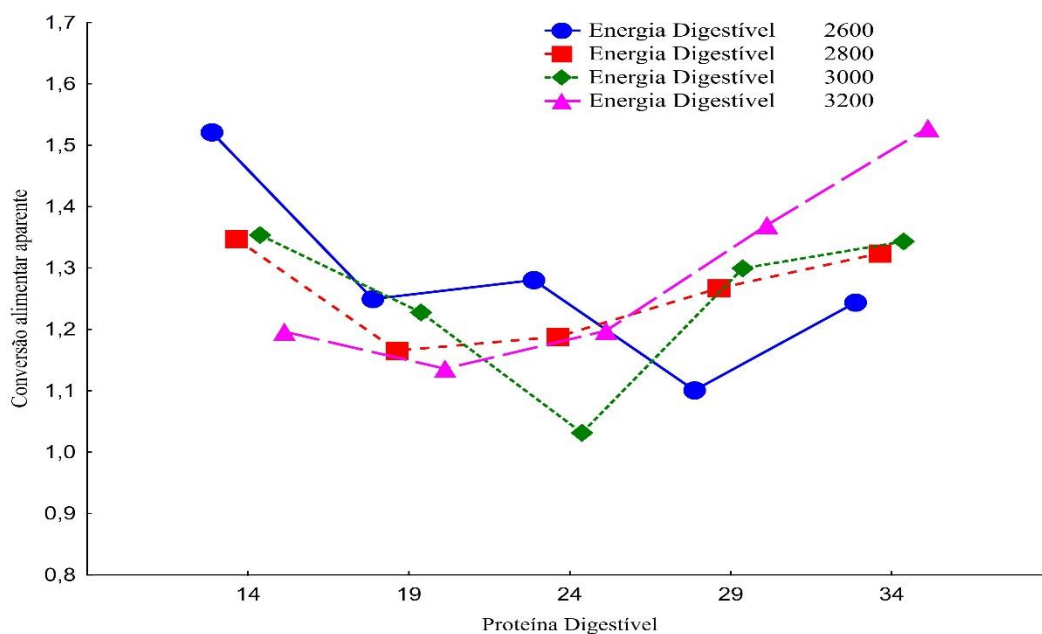


Figura 9. Interação entre PDxED para conversão alimentar de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível

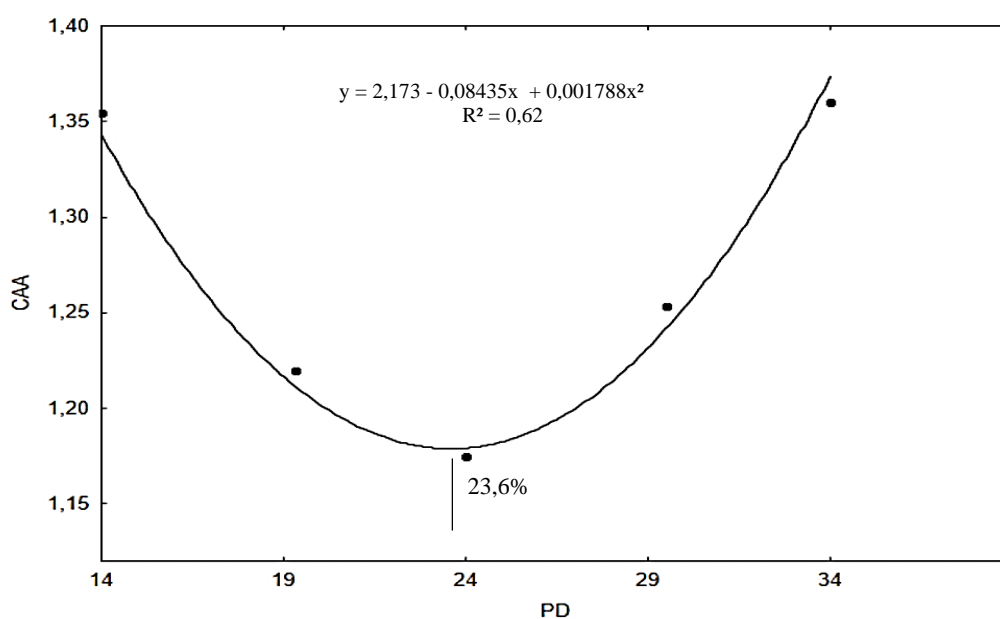


Figura 10. Conversão alimentar de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível independentemente do nível energético

Com o aumento dos níveis de PD e ED, observou-se uma redução na taxa de eficiência proteica (TEP) (Figura 11). O tratamento 14% de PD e 3.200Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED foi determinado como o melhor nível para TEP, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos.

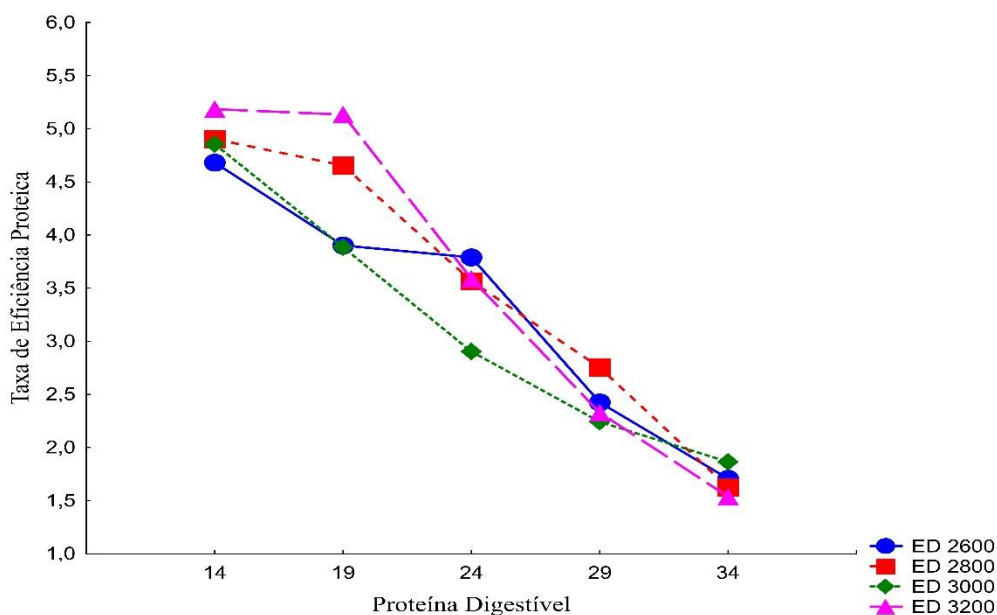


Figura 11. Interação entre PDxED para taxa de eficiência proteica de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível.

### 4.3 Composição química da carcaça e filé

Na composição química da carcaça (Tabela 6) foram constatadas interações apenas para proteína bruta ( $p < 0,05$ ). O melhor tratamento determinado foi o de 29% de PD e 3.000Kcal/ $\text{kg}^{-1}$  de ED (Figura 12).

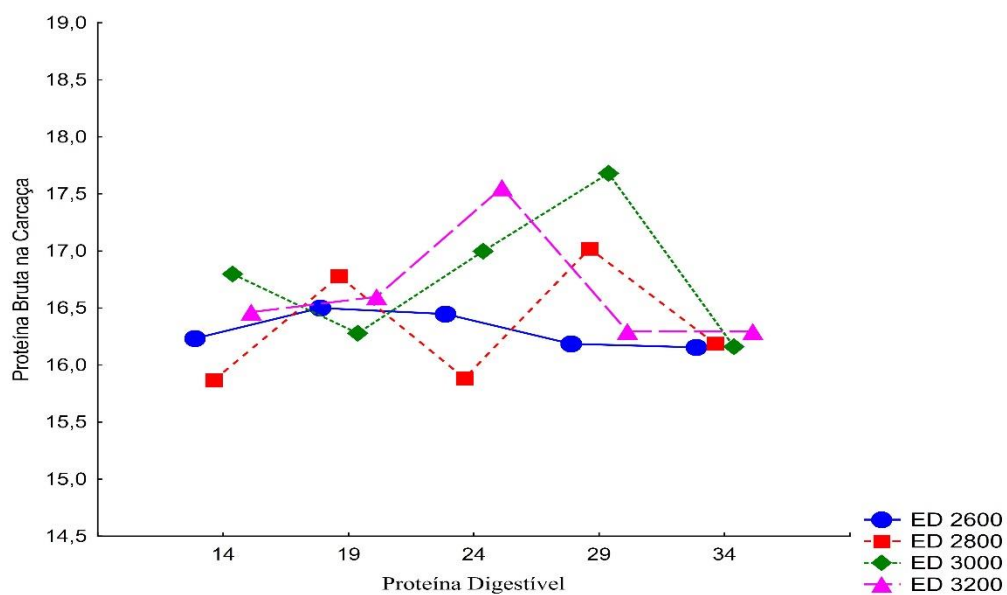


Figura 12. Interação entre PDxED para proteína bruta na carcaça de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína digestível e energia digestível.



Tabela 6. Composição centesimal das carcaças de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural.

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/ kg-1)	Composição Centesimal			
		PB <sup>ns</sup> (%)	EE <sup>2ns</sup> (%)	MM <sup>3ns</sup> (%)	UM <sup>4ns</sup> (%)
14	2.600	16,77	3,57	4,85	67,87
	2.800	14,71	3,93	4,49	69,49
	3.000	16,80	3,52	4,12	69,97
	3.200	16,51	4,49	4,86	69,10
19	2.600	15,53	3,38	4,27	71,06
	2.800	17,01	3,70	5,03	68,85
	3.000	16,49	3,39	5,01	70,70
	3.200	16,62	3,61	5,09	72,07
24	2.600	16,05	3,78	4,92	72,12
	2.800	16,70	3,07	4,28	72,50
	3.000	16,98	3,42	5,04	71,94
	3.200	16,34	3,40	4,47	72,64
29	2.600	16,84	3,86	4,01	69,83
	2.800	16,41	3,69	4,27	72,94
	3.000	17,16	4,11	4,72	72,51
	3.200	16,96	2,84	4,78	71,09
34	2.600	16,28	3,90	4,82	72,17
	2.800	15,81	3,83	4,64	72,85
	3.000	16,48	3,08	4,28	71,88
	3.200	16,48	3,06	4,58	71,11
CV*		0,05	0,37	0,14	3,20

<sup>1</sup>Proteína bruta <sup>2</sup>Extrato etéreo, <sup>3</sup>Matéria mineral, <sup>4</sup>Umidade, \* Coeficiente de variação, <sup>ns</sup> não significativo.

Na composição química do filé, só foram constatadas interações para proteína bruta no filé (Tabela 7). A maior retenção de proteína no filé foi determinada no tratamento contendo 34% de PD e 2.600Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED (Figura 13).

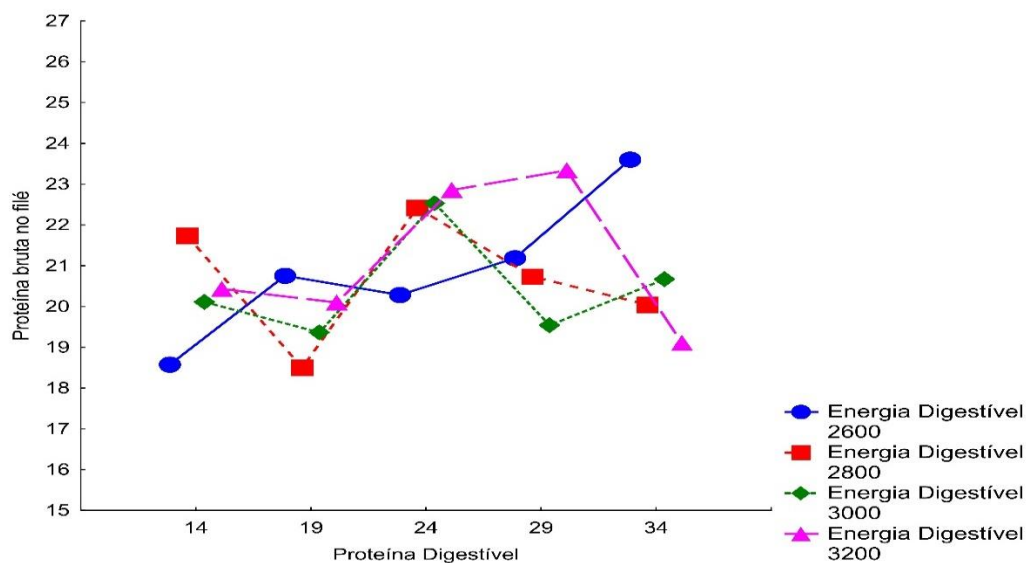


Figura 13. Interação entre PDxED para proteína bruta no filé de tilápias do Nilo, alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia digestíveis.

Tabela 7 Composição centesimal de filés de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural.

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/ kg-1)	Composição Centesimal			
		PB <sup>1</sup> (%)	EE <sup>2ns</sup> (%)	MM <sup>3ns</sup> (%)	UM <sup>4ns</sup> (%)
14	2.600	18,57	0,77	1,24	78,40
	2.800	21,73	0,42	1,34	78,25
	3.000	20,10	0,41	1,34	78,55
	3.200	20,42	0,62	1,32	78,12
19	2.600	20,75	0,16	1,62	78,44
	2.800	20,16	0,37	1,24	78,34
	3.000	19,36	0,42	1,36	79,00
24	2.600	20,28	0,51	1,25	78,25
	2.800	22,41	0,57	1,31	77,99
	3.000	22,52	0,64	1,88	79,21
	3.200	22,85	0,56	1,30	78,72
29	2.600	21,18	0,41	1,37	78,53
	2.800	20,73	0,53	1,31	79,25
	3.000	19,53	0,51	1,36	78,44
	3.200	20,34	0,45	1,24	78,24
34	2.600	23,6	0,47	1,24	78,58
	2.800	20,43	0,53	1,69	78,27
	3.000	20,66	0,50	1,30	77,27
	3.200	19,10	0,68	1,28	78,12
CV*		0,10	0,46	0,19	0,01

<sup>1</sup>Proteína bruta  $0,0358p + 0,0001e + 19,6286$   $r^2$  0,54, <sup>2</sup>Extrato etéreo, <sup>3</sup>Matéria mineral,

<sup>4</sup>Umidade. \* Coeficiente de variação, <sup>ns</sup> não significativo.

#### 4.4 Glicose plasmática

Os valores de concentração da glicose plasmática (Tabela 8) não apresentaram nenhuma interação ( $p>0,05$ ). Os valores médios ficaram em  $53,89 \pm 21,14 \text{ mg dL}^{-1}$ , dentro da normalidade para espécie.

Tabela 8. Glicose plasmática de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de proteína e energia digestíveis, com base na matéria natural.

Proteína digestível (%)	Energia digestível (Kcal/ kg-1)	Concentração de Glicose
		Glicose <sup>ns</sup> (mg dL <sup>-1</sup> )
14	2.600	62,50
	2.800	42,90
	3.000	54,35
	3.200	64,18
19	2.600	36,31
	2.800	44,96
	3.000	52,38
	3.200	47,61
24	2.600	48,90
	2.800	52,93
	3.000	60,26
	3.200	39,36
29	2.600	61,70
	2.800	77,40
	3.000	60,46
	3.200	57,42
34	2.600	49,71
	2.800	66,15
	3.000	42,46
	3.200	54,81
CV*		0,39

\*CV: Coeficiente de variação. <sup>ns</sup> Não significativo.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Qualidade de água

A temperatura média da água ( $25,95 \pm 1,6$  °C) manteve-se adequada para tilápia do Nilo (EL-SAYED, 2006; BOYD e TUCKER, 2012; WORKAGEGN, 2012). Entretanto, houve momentos em que as temperaturas foram inferiores a 19 °C. Nessas ocasiões a primeira alimentação (às 8h) foi suspensa. O oxigênio dissolvido permaneceu dentro dos níveis recomendados por Greiner e Timmons (1998) para o funcionamento adequado de sistemas de recirculação e dentro da faixa recomendada para a espécie utilizada no experimento (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; EL SAYED, 2006).

Os valores encontrados para nitrito ficaram bem abaixo do máximo recomendado por Sipaúba-Tavares (1995) em sistemas de produção de peixes. Os níveis de amônia permaneceram abaixo do nível prejudicial (SCHMITTOU e SOWINSKI, 1991; PEREIRA e MERCANTE, 2005) e dentro dos limites toleráveis para tilápia do Nilo (KUBITZA, 1998).

Com médias para dureza de  $39,9 \pm 2,1$  e alcalinidade  $91,1 \pm 4,0$  mg L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>, os dados observados no presente estudo encontram-se dentro dos limites preconizados por Albanez e Matos (2007). Os valores obtidos para o pH  $7,7 \pm 0,05$ , ficaram dentro dos limites aceitáveis para a criação da espécie. Lopes e colaboradores (2001) afirmam que o pH entre 6,5 a 9,0 é usualmente sugerida para a criação de peixes, podendo diferir para diferentes espécies.

Com base nas médias encontradas no experimento pode-se considerar que a água utilizada encontra-se dentro dos limites aceitáveis de efluentes oriundos de sistemas de criação de organismos aquáticos, segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005, que estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes.

### 5.2 Desempenho zootécnico

A concentração ótima de proteína para peixes está marcada por um balanço entre energia digestível e proteína bruta (CHO et al., 1985). Um excesso de energia não proteica pode levar a inibição da ingestão voluntária, já que os níveis da ingesta são determinados fundamentalmente pela energia total disponível na ração, antes que haja o consumo de quantidade suficiente de proteína pelo animal (PORTZ e FURUYA, 2013).

Quando a dieta é deficiente em energia em relação a proteína, resulta em redução da taxa de crescimento, visto que a proteína será usada para a manutenção energética (NRC, 2011).

De Silva e colaboradores (1991), afirmam que a energia pode ser utilizada como fator poupador de proteína para a tilápia do Nilo, como verificado neste trabalho, em que foram observados efeitos significativos para os parâmetros de desempenho produtivo, corroborando com os resultados obtidos para a tilápia (*Oreochromis aureus*) (DUPREE et al., 1978), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (WINFREE e STICKNEY, 1981), tilápia vermelha (De SILVA et al., 1991); tucunaré (*Cichla sp.*) (SAMPAIO, 1998) e para tilápia do Nilo (FERNANDES JUNIOR et al., 2016).

A melhor média para o peso final foi encontrada com 24% de PB e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED. Com base na composição centesimal das rações (Tabela 2), o tratamento com 24% de proteína e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia digestível, equivale a 27,97% de proteína bruta e 3.942Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia bruta. Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Al Hafedh (1999), que recomenda 30% de PB e 4.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de EB para um crescimento adequado de tilápias adultas.

Siddiqui et al. (1988) observaram correlações positivas entre peso final e diferentes níveis de proteína para juvenis de tilápia do Nilo, cujas dietas com 30% de proteína bruta apresentaram os melhores resultados. De acordo com Righetti e colaboradores (2011), é possível reduzir de 26% para 24% de proteína digestível em dietas para tilápias do Nilo de 100 a 500g sem afetar o desempenho. Entretanto, El-Saidy e Gaber (2005) avaliaram dois níveis de proteína bruta (25 e 30%) com um nível de energia bruta (4.060 Kcal/ kg<sup>-1</sup>) e não observaram diferença estatística no peso final de tilápias do Nilo.

Os maiores ganhos de peso e de peso diário foram observados no tratamento com 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED, resultados próximos aos verificados por Yan e colaboradores (2013), testaram nove dietas com diferentes níveis de energia e proteína para juvenis de tilápia e encontraram o maior ganho de peso em dietas contendo 30% de proteína bruta e 2.800Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia bruta. Gonçalves e colaboradores (2009) ao testarem 4 níveis de proteína digestível (22, 26, 30 e 34% PD) e 3 níveis de energia digestível (3.000, 3.300 e 3.600 Kcal/ kg<sup>-1</sup>), não verificaram interação para ganho de peso em tilápias com peso final de aproximadamente 180 g.

Meyer e Fracalossi (2004) observaram diferenças estatísticas no ganho de peso com o aumento da proteína bruta da dieta, avaliando níveis PB entre 26 e 41% e energia digestível de 3.200 e 3.650 Kcal/ kg<sup>-1</sup> para jundiá (*Rhamdia quelen*). Estes autores observaram máximo ganho de peso para os peixes alimentados com 33% de PB e 3.650 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED e 37% de PB e 3.200Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED de dieta, respectivamente. Entretanto, ao avaliarem o consumo

alimentar de jundiás observaram que houve uma redução no consumo à medida que o nível proteico da dieta aumentou.

O menor índice de gordura visceral encontrado nas dietas com 19% de proteína e 2.600 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de energia digestíveis, pode ser devido às características da formulação das dietas, as rações com baixa energia continham material inerte fibroso (celulose) em sua composição, que possui um alto poder de arraste de gorduras e sais biliares podendo prejudicar a absorção de gordura da ração (BOSCOLO et al., 2004). Alguns estudos relacionam a gordura visceral como forma de quantificar o estoque energético (lipídeos) (NEMATIPOUR et al., 1992; BIDINOTTO et al., 1997). No entanto o excesso de gordura na carcaça é, atualmente, uma característica indesejável. Apesar disso, deve-se manter um nível que não afete as características organolépticas da carne. Quando encontrado excesso de gordura na carcaça, esta acumula-se principalmente no tecido adiposo da cavidade abdominal, o que diminui a percentagem de rendimento de filé e, conseqüentemente, o valor comercial do peixe (MEURER et al., 2002).

A maior deposição de gordura na carcaça encontrada foi no tratamento de 29% de PD e 2.600 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED, já Yamamoto et al. (2005), encontraram menor teor de gordura corporal em peixes alimentados com a ração de maior nível proteico (menor ED/PB), possivelmente, devido à maior quantidade de aminoácidos excedentes para o catabolismo, que pode resultar em maior incremento calórico e menor fração excedente de energia líquida para ser depositada como gordura corporal (Bureau et al. 2000; Dabrowski e Guderley 2002). De Silva et al. (2002), afirmam que altos níveis de energia podem causar deposição excessiva de gordura na carcaça. Diferentemente, nessa pesquisa os níveis de 3.000 e 3.200 Kcal/ kg<sup>-1</sup>, sendo os dois maiores níveis de energia testados, não apresentaram diferenças significativas em relação aos menores níveis (2.600 e 2.800 Kcal/ kg<sup>-1</sup>).

Os melhores rendimentos de filé foram proporcionados pelos tratamentos com 24% de PD e 3.000 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED e 34% de PD e 3.000 Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED ( $p < 0,05$ ). Também verificou-se que com o aumento dos níveis de PD, sem levar em consideração os níveis de ED nas dietas, houve um aumento no rendimento dos filés (Figura 7), corroborando com Fernandes Junior et al. (2016) e Gonçalves et al. (2009). Os valores obtidos nesse experimento, estão dentro dos resultados descritos por Gonçalves e colaboradores (2009). Ribeiro et al. (1998) observaram que em diferentes categorias de peso, o rendimento de filé aumentou em função do peso sendo que na menor classe (150-350 g) o rendimento foi de 31,49% e 33,67% na maior classe (751-950 g).

Rendimentos de filé muito superiores foram relatados por Contreras-Guzmán (1994), com valores de até 42%. Freitas et al. (1979) e Freitas e Gurgel (1984) mencionam que o aproveitamento da carne da tilápia do Nilo oscila entre 40% a 41%.

A maior relação ED:PD obtida pela dieta 14% de PD e 3.200Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED (22,86 kcal de ED/ g de proteína digestível na dieta) pode ter sido responsável pelo menor RF, pois o excesso de energia não proteica, como consequência da formulação com alta relação ED:PB, pode inibir a ingestão voluntária antes do consumo suficiente da dieta e principalmente dos aminoácidos, que podem ter sido insuficientes para garantir a síntese proteica em animais que consumiram a dieta com menores níveis proteicos (PAGE e ANDREWS, 1973).

A proporção de proteína anabolizada e catalisada depende do requerimento proteico do peixe, o conteúdo proteico da dieta, a proporção de aminoácidos e a quantidade de energia disponível de outras fontes assim como gordura e carboidratos, Herpher (1988). O catabolismo de aminoácido é favorecido pela carência de energia de carboidratos e de gordura da dieta. Dessa maneira, dietas embora adequadas em proteína, mas com nível inadequado de energia, podem ser insuficientes para permitir o anabolismo e consequentemente será utilizada para energia, Steffens (1987). Por outro lado a redução ou interrupção do crescimento e diminuição do peso ocorre quando o fornecimento de proteína é exíguo na dieta em relação a exigência. Essa redução ocorre devido à retirada de proteína de tecidos menos vitais (músculo) para manter as funções de tecidos mais vitais (HALVER 2002; PERES, 2011).

O efeito quadrático encontrado para CAA, tanto na interação para PDxED quanto somente para o nível isolado de PD comprovam o relatos acima, de que o déficit e o excesso de proteína prejudicaram o desempenho dos animais. Variação quadrática da CAA dos peixes, em razão do aumento do nível de proteína da dieta, também foi observada por diferentes autores (FURUYA et al., 2000; SÁ e FRACALOSSO, 2002; BOMFIM et al., 2005; KOCH, 2013, FERNANDES JUNIOR et al., 2016).

Com a diminuição do teor de proteína na dieta houve aumento da taxa de eficiência proteica (TEP). Esse fato demonstra que os carboidratos, presentes em maior quantidade nas dietas com baixos níveis proteicos foram capazes de economizar a proteína como fonte energética.

Segundo Bomfim e colaboradores (2008), a maior eficiência proteica com a redução do teor de proteína da ração pode ser atribuída à redução dos aminoácidos excedentes às exigências do animal que, provavelmente, não contribuiriam para a formação de tecido magro e seriam catabolizados. Essa pesquisa apresentou resultados semelhantes a alguns estudos, em que foi observada elevação da TEP quando se reduziu o teor de PB da dieta (EL-DAHAR e LOVELL

1995; FURUYA et al., 1996; FERNANDES et al., 2000; FURUYA et al., 2000; SÁ e FRACALOSSO, 2002; FURUYA et al., 2005; BOTARO et al., 2007).

### **5.3 Avaliação química da carcaça e do filé**

A composição bromatológica, expressa pelos teores de proteína, lipídeo, cinzas e umidade pode determinar o status nutricional dos animais submetidos a tratamentos experimentais. São parâmetros de fácil determinação e que refletem o real ganho qualitativo desses animais (RIBEIRO, 2014).

As características de composição química da carne de peixes ainda não são de grande interesse, no entanto, a obtenção desses dados é importante nos processos de conservação e elaboração do produto (SANTOS et al., 2001). Burkert e colaboradores (2008) destacaram que a composição química da carne é influenciada por muitos fatores bióticos e abióticos, onde a ração é muito importante, pois, quando formulada adequadamente, permite maior eficiência no uso de seus nutrientes tornando a composição química do corpo e da carne de peixes mais apropriada para conservação e para o consumo humano.

Os tratamentos não promoveram diferenças na composição de extrato etéreo, matéria mineral, e umidade das carcaças, no entanto para proteína bruta foram constatadas interações entre os tratamentos. Segundo o NRC (2011) quando os níveis de proteína encontram-se abaixo do recomendado, poderá haver falta de aminoácidos para síntese proteica, ocasionando uma redução na deposição de proteína na carcaça. A baixa deposição de proteína na carcaça também corrobora com os resultados encontrados para rendimento de filé, onde o mesmo tratamento resultou nos menores rendimentos.

Para composição química dos filés, as dietas, não apresentaram diferenças para extrato etéreo, matéria mineral e umidade, para proteína bruta foram constatadas interações ( $p < 0,05$ ). Os valores obtidos foram semelhantes aos encontrados por Robinson e Li (1997), Santos et al. (2001) e Burkert et al. (2008).

### **5.4 Glicose plasmática**

Todos os tecidos orgânicos, exceto o epitelial e o cartilaginoso, são banhados pelo sangue, devido a essa condição fisiológica, seu estudo é de suma importância para avaliação do estado de saúde dos peixes. Com este propósito, vários pesquisadores têm utilizado a



hematologia clínica como método de avaliação das exigências nutricionais, tais como requerimentos de minerais para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (HISANO et al., 2007).

Quando acontece algum tipo de modificação intrínseca, pode ocorrer elevação da glicose no plasma sanguíneo e elevação na produção de lactato (AGRAHARI et al., 2007). Porém, essas composições na composição bioquímica do sangue acontecem rapidamente, em alguns segundos, quando os peixes sofrem alguma manipulação (VELISEK et al., 2011).

Apesar de vários autores relatarem uma hiperglicemia pós-prandial por várias horas (KAUSHIK e OLIVA-TELES, 1985; BRAUGE et al., 1994), os níveis de concentração da glicose plasmática ( $53,89 \pm 21,14 \text{ mg dL}^{-1}$ ) no presente estudo não apresentaram interações entre os tratamentos. Os níveis de glicose plasmática, 24h após a última alimentação ficaram próximas aos relatados como referência para a espécie, que é de  $38,1 \text{ mg dL}^{-1}$  (TAVARES-DIAS, 2015).

### **5.5 Correlações entre os parâmetros de desempenho e composição bromatológica**

A exigência de PD/ED para PF/GP e RF apresentou diferença entre as dietas em relação a composição química da carcaça e filé, ambos os parâmetros avaliados de grande importância na produção. Os parâmetros de PF/GP/RF obtiveram exigência semelhante, onde as dietas com 24% de PD e  $3.000 \text{ Kcal/ kg}^{-1}$  apresentaram os melhores ganhos.

Entretanto, o tratamento de 34% de PD e  $2.600 \text{ Kcal/ kg}^{-1}$  não diferiu estatisticamente do 24% PD e  $3.000 \text{ Kcal/ kg}^{-1}$  para RF. Quando comparado as dietas que proporcionaram os melhores GP/PF e RF, apresentam cerca de 22,5% proteína bruta do filé, para 23,6 % de proteína no tratamento de 34% de PD e  $2.600 \text{ Kcal/ kg}^{-1}$ , resultados que em valores absolutos são muito semelhantes.

Essa divergência entre os parâmetros pode ser devido a influência do balanço de aminoácidos essenciais. Como as dietas eram constituídas a base de ingredientes vegetais pode ter ocorrido carência em lisina, que é um aminoácido limitante nesses compostos (GATLIN et al., 2007). O maior nível proteico das dietas determinou o maior teor de PB nos filés, cuja resposta possivelmente foi obtida em função das dietas com elevado teor de proteína apresentarem as maiores concentrações de lisina na composição.

Como relatado por Michelato e colaboradores (2016), a suplementação de lisina em dietas para tilápias do Nilo (270 a 550g) favoreceram a síntese proteica, melhorando a produção de carne das tilápias. Uma maior deposição de proteína no filé foi observada por Furuya e colaboradores (2013) em tilápias (86 a 227 g) suplementadas com lisina digestível na dieta.

Há poucas informações sobre a exigência nutricional na fase de engorda para tilápias, uma vez que a maioria dos estudos com esses peixes são realizados na fase inicial. Além disso, apesar de no Brasil o principal produto da indústria da tilapicultura ser o filé, são também escassas as informações encontradas na literatura a respeito da utilização da variável RF como parâmetro para determinar a exigência dos animais.

O filé representa a porção mais nobre da tilápia, tendo grande aceitação do mercado consumidor, apresenta carne branca de textura firme e sem espinhos em “Y”, baixa quantidade de gordura (Hildsorf, 1995).

Desse modo, a possibilidade da adequação da exigência nutricional para que os animais apresentem bom desempenho e uma boa qualidade de carcaça e filé, oferece novas possibilidades de estudo, como o balanceamento adequado dos aminoácidos essenciais em dietas com ingredientes vegetais.

## **6 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos nesse estudo demonstram a possibilidade de utilização de rações a base de farelo de soja e milho, com 24% de PD e 3.000Kcal/ kg<sup>-1</sup> de ED para tilápia do Nilo entre 200 e 450g de peso vivo.

## REFERÊNCIAS

- AGRAHARI, S.; PANDEY, K. C.; GOPAL, K. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 88, n. 3, p. 268–272, 2007.
- AL HAFEDH, Y. S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, v. 30, n. 5, p. 385-393, 1999.
- ALBANEZ, J. R.; MATOS, A. T. **Aquicultura**. In: MACEDO, J. A. B. Águas e águas. 3. ed. (Capítulo 12, Suplemento) Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. p. 1095-1146.
- ALBERNAZ, N. D. S. Efeito do processamento da ração sobre os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes para Piau Verdadeiro (*Leporinus elongatus* Cuv e Val, 1864). 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG.
- ALMEIDA, A.; RODRIGUES, R. L.; FREITAS, R. R. POTENCIALIDADES DE INVESTIMENTO AQUÍCOLAS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: UMA BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SETOR. **ACTAPESCA - Acta fisheries and aquaculture/Acta Pesca e Aquicultura**, v. 2, n. 1, 2014.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International, 2000.
- ASSANO, M. Utilização de diferentes fontes e níveis de proteína no crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 34p**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) –Universidade Estadual Paulista. 2004.
- AZEVEDO, P. Aclimação da tilápia no Brasil. **Chácaras e Quintais**, v. 92, p. 190-92, 1955.
- BAUMGARTEN, M. Zepka; DE BARROS ROCHA, J. M.; NIENCHESKI, L. F. H.. **Manual de análises em oceanografia química**. Furg, 1996.
- BERGOT, F. Carbohydrate in rainbow trout diets: Effects of the level and source of carbohydrate and the number of meals on growth and body composition. **Aquaculture**, v. 18, n. 2, p. 157–167, 1979.
- BICUDO, A.J.A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887): proteína, energia e aminoácidos**. 2008. 103 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2008.

BIDINOTTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, RH de S. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **Boletim técnico do Cepta**, v. 10, p. 53-60, 1997.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FREITAS, J. M. A. DE. Protein and energy in rations for piavuçu fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2553–2559, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; et al. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1713–1720, 2008.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. DA S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1795–1806, 2005.

BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. DA S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 153–159, 2005.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; et al. Energia digestível para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 629–633, 2006.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; WOLFF, L. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 443–447, 2004.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; et al. Energia digestível para larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1813–1818, 2005.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 517–525, 2007.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Springer Science e Business Media, 2012.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Projeto de desenvolvimento de comunidades costeiras. **Censo aquícola nacional ano 2008**. Brasília, DF, 2013. 336p.

BRAUGE, C.; MEDALE, F.; CORRAZE, G. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. **Aquaculture**, v. 123, n. 1, p. 109–120, 1994.

BROWN, P. B.; ROBINSON, E. H. Comparison of Practical Catfish Feeds Containing 26 or 30% Protein. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 51, n. 3, p. 149–151, 1989.

BUENO JUNIOR, Gilson. Exigência de proteína digestível para as fases iniciais da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com rações formuladas a base de farelo de soja e milho. (Dissertação de Mestrado). 2014.

BUREAU, D. P. et al. Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications. **Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola**, v. 19, p. 111–140, 2000.

BURKERT, D.; ANDRADE, D. DE; SIROL, R. N.; et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1137–1143, 2008.

BUTTERY, P. J.; LINDSAY, D. B. **Protein Deposition in Animals: Proceedings of Previous Easter Schools in Agricultural Science**. Butterworth-Heinemann, 2013.

CAMPO, L. F. C.; E-MAIL, S. A. Tilapia Roja 2.000: Una Evolucion de 20 Anos, de la Incertidumbre al Exitó., 2006. Disponível em: <<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ista5work/ista5papers/Campo/NuevoDocumento%20de%20Microsoft%20Word.doc>>. Acesso em: 08/2/2016.

CASTAGNOLLI, Newton. Piscicultura de água doce. **Jaboticabal: Funep**, v. 189, p. 181-195, 1992.

CHO, C. Y.; INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE, O.; (SINGAPORE), A. F. N. W. ENG 23-26 A. S.; COWEY, C. B.; WATANABE, T. Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development. , 1985. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015040364>>. Acesso em: 12/3/2016.

COLIN, B. COWEY, C. B.; YOUNG CHO, C. Nutritional requirements of fish. PROCEEDINGS-NUTRITION SOCIETY OF LONDON. **Anais...** . v. 52, p.417–417, 1993. Cambridge Univ Press. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=764176>>. Acesso em: 27/3/2016.

CONAMA, Resolução. 357, de 17 de Março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**, v. 357, 2005.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: **FUNEP**, 1994.

COTAN, J. L. V.; LANNA, E. A. T.; BOMFIM, M. A. D.; et al. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 634–640, 2006.

DA SILVA CAMARGO, A. C. et al. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 409-415, 1998.

DABROWSKI, K. e GUDERLEY, H. Intermediary metabolism. In: Halver, J.E. e Hardy, R.W. (Eds.) **Fish nutrition**. 3.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 309-365, 2002.

DE OCA, G. A. R.-M.; ROMÁN-REYES, J. C.; ALANIZ-GONZALEZ, A.; et al. Effect of salinity on three tilapia (*Oreochromis sp.*) strains: hatching rate, length and yolk sac size. **Int. J. Aqu. Sci**, v. 6, n. 1, p. 96–106, 2015.

DE SILVA, S. S.; GUNASEKERA, R. M.; ATAPATTU, D. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. **Aquaculture**, v. 80, n. 3, p. 271–284, 1989.

DE SILVA, S. S.; GUNASEKERA, R. M.; SHIM, K. F. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: Evidence of protein sparing. **Aquaculture**, v. 95, n. 3, p. 305–318, 1991.

DE SILVA, S. S.; PERERA, M. K. Effects of dietary protein level on growth, food conversion, and protein use in young *Tilapia nilotica* at four salinities. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 114, n. 4, p. 584-589, 1985.

DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus*×*O. niloticus*, and African catfish, *Clarias*

*gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture Research**, v. 22, n. 4, p. 397–403, 1991.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus*). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v. 49, n. 3. 1997., p. 115-123.

DEGANI, G.; VIOLA, S. The protein sparing effect of carbohydrates in the diet of eels (*Anguilla anguilla*). **Aquaculture**, v. 64, n. 4, p. 283-291, 1987.

DUPREE, H. K.; GAUGLITZ, E. J. J.; HALL, A. S.; HOULE, C. R. Effects of dietary lipids on the growth and acceptability (flavor) of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). 1978. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF7901781>>. Acesso em: 12/4/2016.

EL-DAHAR, A. A.; LOVELL, R. T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture Research**, v. 26, n. 7, p. 451-457, 1995.

EL-SAIDY, D. M. S. D.; GABER, M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v. 36, n. 2, p. 163–171, 2005.

EL-SAYED, A.-F. M. **Tilapia Culture**. CABI, 2006.

EL-SAYED, A.-F. M.; TESHIMA, S. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v. 103, n. 1, p. 55–63, 1992.

EL-ZAEEM, S. Y.; AHMED, M. M. M.; SALAMA, M. E.; EL-MAREMIE, H. A. Production of salinity tolerant Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* through traditional and modern breeding methods: II. Application of genetically modified breeding by introducing foreign DNA into fish gonads. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 4, p. 684–695, 2013.

EMBRAPA. Informativo Mercado da Tilápia. EMBRAPA Pesca e Aquicultura. 2016.

ERFANULLAH; JAFRI, A. K. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). **Aquaculture**, v. 161, n. 1–4, p. 159–168, 1998.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. **Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2012.

FAO, Rome. FAO yearbook: fishery and aquaculture statistics 2012. **Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2014.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 646–653, 2000.

FERNANDES JUNIOR, A. C.; CARVALHO, P. L. P. F. DE; PEZZATO, L. E.; et al. The effect of digestible protein to digestible energy ratio and choline supplementation on growth, hematological parameters, liver steatosis and size-sorting stress response in Nile tilapia under field condition. **Aquaculture**, v. 456, p. 83–93, 2016.

FERREIRA, Márcio Soares et al. Efeito da quantidade de proteína na dieta e treinamento físico sobre a hematologia, desempenho natatório, resistência ao estresse e composição do filé de matrinhã (*Brycon amazonicus*, Gunther 1869). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, 2013.

FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2013.

FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F. DE; PIMENTA, M. E. DE S. G.; et al. Evaluation of Nile tilapia strains cultivated in cages under different feeding programmes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1332–1336, 2012.

FREITAS, J. V. F.; GURGEL, J. J. S. Estudos experimentais sobre a conservação da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L. 1766) Trewavas, armazenada no gelo. **Boletim Técnico DNOCS**, v. 42, n. 2, p. 153–178, 1984.

FREITAS, J. V. F.; GURGEL, J. J. S.; MACHADO, Z. L. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público “Paulo Saraste” (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Bol. Tecn. DNOCS**, v. 37, n. 1, p. 135–51, 1979.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. DE; et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433–1441, 2005.

FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. **Revista**



**Unimar**, v. 18, n. 2, p. 307–319, 1996.

FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; SOARES, C. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1912–1917, 2000.

FURUYA, W. M.; MICHELATO, M.; GRACIANO, T. S.; et al. Digestible lysine requirement of Nile tilapia from 86 to 227 g fed arginine to lysine balanced diets. **Semina: Ciências Agrárias (Londrina)**, v. 34, n. 4, p. 1945–1954, 2013.

GARCIA et al. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 1ª ed. Florianópolis: Aquabio**, p. 79-99, 2013.

GATLIN, D. M.; BARROWS, F. T.; BROWN, P.; et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 6, p. 551–579, 2007.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para tilápia-do-nilo. 2007. 98f.** Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)—Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

GONÇALVES, G. S.; FURUYA, W. M. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, *Leporinus macrocephalus* - DOI: 10.4025/actascianimsci.v26i2.1861. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 165–169, 2004.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; SANTA ROSA, M. J. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do-nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia= Brazilian Journal of Animal Science**, p. 2289–2298, 2009.

GRASSHOFF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. **Methods of Seawater Analysis**. John Wiley e Sons, 2009.

HAFEDH, Y. S. A. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, v. 30, n. 5, p. 385–393, 1999. HANLEY, F.

HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Ed.). **Fish nutrition**. Academic press, 2002.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). **Aquaculture**, v. 66, n. 2, p. 163–179, 1987.

HARGREAVES, J. A.; KUCUK, S. Effects of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. **Aquaculture**, v. 195, n. 1–2, p. 163–181, 2001.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 823–828, 2002.

HEMRE, G.-I.; SANDNES, K.; LIE, Ø.; TORRISSEN, O.; WAAGBØ, R. Carbohydrate nutrition in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: growth and feed utilization. **Aquaculture Research**, v. 26, n. 3, p. 149–154, 1995.

HILSDSORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, n. 1, p. 73–84, 1995.

HISANO, H.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Levedura e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos hematológicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 1, p. 35–42, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Pecuária Municipal 2013, **Rio de Janeiro: IBGE**. v. 41, p. 1–108, 2013.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feeds and feeding**. Stirling, Scotland: Institute of Aquaculture, University of Stirling, 1982.

KAUSHIK, S. J.; MÉDALE, F. Fish nutrition and feeding Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. **Aquaculture**, v. 124, n. 1, p. 81–97, 1994.

KAUSHIK, S. J.; DE OLIVA TELES, A. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 50, n. 1, p. 89–101, 1985.

KOCH, J. F. A.; ESPERANCINI, M. S. T.; BARROS, M. M.; et al. Avaliação econômica da alimentação de tilápias em tanques-rede com níveis de proteína e energia digestíveis. **Boletim Do Instituto De Pesca**, p. 605–616, 2014.

KOCH, J. F. A. **Níveis de proteína e energia digestíveis para tilápia-do-nilo criada em tanques-rede na fase de terminação**. Botucatu 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Botucatu, 2013.

KROGDAHL, Å.; HEMRE, G.-I.; MOMMSEN, T. P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 103–122, 2005.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes-Parte III (final). **Panorama Aquicultura**, v. 8, p. 35-43, 1998.

LAHAV, E.; RAANAN, Z. Salinity tolerance of genetically produced tilapia (*Oreochromis*) hybrids. **Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh**, v. 49, n. 3, p. 160-165, 1997.

LEE, D. J.; PUTNAM, G. B. The Response of Rainbow Trout to Varying Protein/Energy Ratios in a Test Diet. **The Journal of Nutrition**, v. 103, n. 6, p. 916–922, 1973.

LI YAN.; BORDINHON, A. M.; DAVIS, D. A.; ZHANG, W.; ZHU, X. Protein: energy ratio in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* . **Aquaculture International**, v. 21, n. 5, p. 1109–1119, 2012.

LOPES, J. M.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, v. 9, n. 1, p. 73–80, 2001.

LOVELL, T. Feeding tilapias. In: **Nutrition and Feeding of Fish**. Springer US. p. 215-225, 1988.

LOVELL, T. Digestion and Metabolism. **Nutrition and Feeding of Fish**. p.73–92, 1989. Springer US. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-1174-5\\_3](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-1174-5_3)>. Acesso em: 25/2/2016.

LOVSHIN, Leonard L. Tilapia culture in Brazil. **Tilapia aquaculture in the Americas. Louisiana: The World Aquaculture Society**, v. 2, p. 133-140, 2000.

MACÊDO, J. Métodos laboratoriais de análises-Físico-químicas e microbiológicas Águas e Águas,-Juiz de Fora. **MG: MACÊDO**, 2001.

MAINARDES PINTO, C. S. R. Criação de tilápia. São Paulo: Instituto de Pesca, 13 p. **Boletim Técnico**, v. 10, 1989.

MATLAB. (R2010a). **The MathWorks Inc., Natick, MA**, 2010.

MCGOOGAN, B. B.; GATLIN III, D. M. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus* I. Effects of dietary protein and energy levels. **Aquaculture**, v. 178, n. 3–4, p. 333–348, 1999.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L. M.; et al. Soybean meal in Nile tilapia diets during the sexual reversion period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 791–794, 2008.

MEYER, G.; FRACALOSS, D. M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v. 240, n. 1–4, p. 331–343, 2004.

MICHELATO, M.; DE OLIVEIRA VIDAL, L. V.; XAVIER, T. O.; et al. Dietary lysine requirement to enhance muscle development and fillet yield of finishing Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 457, p. 124–130, 2016.

MINISTÉRIO da PESCA e AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília: MPA, 128p. 2010.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2010**. Brasília: MPA, 2012.

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J.; SAHU, N. P. A dietary energy level of 14.6 MJ kg<sup>-1</sup> and protein-to-energy ratio of 20.2 g MJ<sup>-1</sup> results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, n. 6, p. 627–637, 2009.

MOREIRA, H. L. M. **Fundamentos Da Moderna Aqüicultura**. Editora da ULBRA, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE ON THE NUTRIENT REQUIREMENTS OF FISH AND SHRIMP. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National academies press, 2011.

NEMATIPOUR, G. R.; BROWN, Michael L.; GATLIN, Delbert M. Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops*♀ x *M. saxatilis*♂. **Aquaculture**, v. 107, n. 4, p. 359–368, 1992.

OLIVEIRA, E. G. DE; SANTOS, F. J. DE S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. **Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica**, 2007.

Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2007169806>>. Acesso em: 10/4/2016.

OLIVEIRA, C. A. L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Melhoramento de tilápias – 5 anos da linhagem GIFT no Brasil. In: **Congresso Paranaense de Estudantes de Zootecnia**, 32, Maringá, 2011.

ONO, E.A. Formação de preços das rações comerciais para peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2, 1998, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: CBNA, 1998. p.163.

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interactions of Dietary Levels of Protein and Energy on Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). **The Journal of Nutrition**, v. 103, n. 9, p. 1339–1346, 1973.

PANNEVIS, M. C.; HOULIHAN, D. F. The energetic cost of protein synthesis in isolated hepatocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal of Comparative Physiology B**, v. 162, n. 5, p. 393–400, 1992.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81–88, 2005.

PERES, H. Protein and amino acid nutrition of marine fish species. In: **Anais 4º Simpósio Internacional de Nutrição e Saúde de Peixes**, ISSN: 2176-4077, 23 a 25 novembro, 87-114, 2011.

PEZZATO, L. E. **Digestibilidade em peixes**. Tese de Doutorado. Tese (Livre Docência), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2001.

PEZZATO, L. E. et al. Nutrição de peixes. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 75-169, 2004.

POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. **AQUICULTURA BRASIL**, v. 10, p. 127-145, 1998.

PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSS, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 1º Ed. Ampliada. p. 65-77, 2012 2013.

RAWLES, S. D.; GATLIN III, D. M. Carbohydrate utilization in striped bass (*Morone saxatilis*) and sunshine bass (*M. chrysops* ♀×*M. saxatilis* ♂). **Aquaculture**, v. 161, n. 1–4, p. 201–212, 1998.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, Í. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 2, p. 35–42, 2013.

REIDEL, A. et al. Rendimento corporal e composição química de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e energia na dieta, criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 233–240, 2010.

RESENDE, E. K. et al. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8. 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2010. p. 1–11.

RIBEIRO, L.P. et al. Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.* In: AQUICULTURA BRASIL' 98, Recife. *Anais/Proceedings...* Recife: ABRAq. 1998, v. 2. p.773–778. 1998

RIBEIRO, P. A. P.; et al. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. 1. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, v. 1. 89p. 2012.

RIBEIRO, P. A. P. et al. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 4, n. 2, p. 436–455, 2007.

RIBEIRO, P. A. P. Perfil de ácidos graxos poli-insaturados em filés de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* ) mantidas em diferentes condições de cultivo. (**Dissertação de Mestrado**). UFLA. 2014.

RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W. M.; CONEJERO, C. I.; et al. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 469–476, 2011.

ROBINSON, E. H.; LI, M. H. Low Protein Diets for Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Raised in Earthen Ponds at High Density<sup>1</sup>. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, n. 3, p. 224–229, 1997.

SÁ, M. V. C.; FRACALOSS, D. M. Dietary Protein Requirement and Energy to Protein Ratio for Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) Fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2002.

SAMPAIO, A.M.B.M. **Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré *Cichla sp.* Piracicaba, 1998. 49p.** Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, M. B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da FZVA**, v. 8, n. 1, 2001.

SCHMITTOU, E. R.; SOWINSKI, A. F.; COMPANY, E. K. **Color photographic recording material processing.** 1993.

SHIAU, S. Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish—with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. **Aquaculture**, Fish Nutrition and Feeding Proceedings of the Sixth International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish., v. 151, n. 1-4, p. 79-96, 1997.

SIDDIQUI, A. Q.; HOWLADER, M. S.; ADAM, A. A. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 70, n. 1, p. 63-73, 1988.

SIDONIO, Luiza et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SILVA, S.S.; QUEIROZ, S. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 2 ed. **Imprensa Universitária**: Viçosa, 235p. 2002.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; DA CONCEIÇÃO PONTES, E. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 1, p. 817-836, 2009.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia Aplicada à Aquicultura. **Funep, Jaboticabal**, p. 70, 1995.

SMITH, R.R. Nutritional energetics. In: Halver, J. (Ed.) **Fish Nutrition**. Washington: Academic Press, p.1-29, 1989.

STATSOFT INC. (2016). Statistica (data analysis software system), version 13.0.

TACHIBANA, L.. Triticale na alimentação da tilápia do Nilo. 2007. vi, 54 f. Teses (doutorado) - **Universidade Estadual Paulista**, Centro de Aqüicultura, 2007.

TAVARES - DIAS. Parâmetros sanguíneos de referência para espécies de peixes cultivados. In: Tavares - Dias, M. e Mariano, W.S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro e João, 2015.

TEIXEIRA, E. A.; EULER, A. C. C.; FARIA, P. M. C.; et al. Performance and nutrient utilization in South American juvenile catfish *Pseudoplatystoma spp.* weighting 89 - 170g, fed at different energy and protein levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1500–1508, 2013.

TOCHER, D. R. Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. **Reviews in Fisheries Science**, v. 11, n. 2, p. 107–184, 2003.

TRAN-DUY, A.; SMIT, B.; VAN DAM, A. A.; SCHRAMA, J. W. Effects of dietary starch and energy levels on maximum feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* . **Aquaculture**, v. 277, n. 3–4, p. 213–219, 2008.

VAN RAAIJ, M. T. V.; THILLART, G. E. VAN DEN; HALLEMEESCH, M.; BALM, P. H.; STEFFENS, A. B. Effect of arterially infused catecholamines and insulin on plasma glucose and free fatty acids in carp. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 268, n. 5, p. R1163–R1170, 1995.

VAN TRUNG, D.; DIU, N. T.; HAO, N. T.; GLENCROSS, B. Development of a nutritional model to define the energy and protein requirements of tilapia, *Oreochromis niloticus* . **Aquaculture**, v. 320, n. 1–2, p. 69–75, 2011.

VELISEK, J.; STARA, A.; LI, Z.-H.; SILOVSKA, S.; TUREK, J. Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 310, n. 3–4, p. 369–375, 2011.

VIEIRA, V. P.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; POVH, J. A.; VARGAS, L.; BARRERO, N. M. L. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em Maringá – PR. **Rev. Acad.**, Curitiba, v.3, n.3, p. 19-26, 2005.

VIOLA, S.; ARIELI, Y. Nutrition studies with tilapia (*Sarotherodon*). 1-Replacement of fishmeal by soybean meal in feeds for intensive tilapia culture. **Israeli J. Aquacult**, v. 35, p. 9-17, 1983.



VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica - 4.ed.: A Vida em Nível Molecular**. Artmed Editora, 2014.

WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; POVH, J. A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 187–196, 2004.

WANG, K. W.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. (TOKYO U. OF F. (JAPAN)). Effect of dietary protein levels on growth of Tilapia nilotica. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)**, 1985. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP8504607>>. Acesso em: 17/2/2016.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, v. 68, n. 2, p. 242–252, 2002.

WEBSTER, C. D.; LIM, C. (Ed.). **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**. Cabi, 2002.

WILSON, R. P. Fish nutrition and feeding Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, n. 1, p. 67–80, 1994.

WINFREE, R. A.; STICKNEY, R. R. Starter Diets for Channel Catfish: Effects of Dietary Protein on Growth and Carcass Composition. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 46, n. 2, p. 79–86, 1984.

WORKAGEGN, K. B. Evaluation of Growth Performance, Feed Utilization Efficiency and Survival Rate of Juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Reared at Different Water Temperature. **International Journal of Aquaculture**, v. 2, n. 1, 2012..

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, v. 9, n. 54, p. 15-21, 1999.